

المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج





تخصص اتصالات

أساسيات الهاتف والمقاسم الرقمية

٢٤٥ تصل

طبعة ١٤٢٩ هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد بن عبدالله وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب المهنى والتقنى لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي؛ لتصل بعون الله تعإلى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتدريب المهنى والتقنى بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " أساسيات الهاتف والمقاسم الرقمية " لمتدربي تخصص "الاتصالات" للكلياًت التقنية على موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا البرنامج.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بالشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، ومدعم بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه، إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

أساسيات الهاتف والمقاسم الرقمية

مقدمة عن شبكات الهاتف الخارجية

الوحدة الأولى : مقدمة عن أساسيات الهاتف

الجدارة: الإلمام بالمكونات الأساسية لجهاز الهاتف وأنواع أجهزة الهاتف المختلفة و نظرية عملهما و كذلك استخدام الشبكة الهاتفية و لوحة التوزيع و أسباب استخدام المقاسم. مضافاً لما سبق، الإلمام بكيفية انتقال الإشارات الهاتفية بين الهواتف و المقاسم المختلفة و خطوات إجراء المكالمة الهاتفية.

الأهداف: عندما الانتهاء من تدريب هذه الوحدة تكون قادراً بإذن الله على:

١- الإلمام بالمكونات الأساسية لجهاز الهاتف وأنواع أجهزة الهاتف المختلفة و نظرية عملها.

٢- أمثلة بسيطة للشبكة الهاتفية بدون لوحة توزيع (مقسم) و بعد استخدام المقسم وفائدة ذلك.

٣- كيفية انتقال الإشارات الهاتفية بين الهواتف و المقاسم المختلفة و خطوات إجراء المكالمة الهاتفية.

مستوى الأداء المطلوب: ٨٠٪

الوقت المتوقع للتدريب: ٥ ساعات .

الوسائل المساعدة:

١- أجهزة هاتف من أنواع مختلفة للتعرف على أجزائها والفرق بينها ونظرية عملها.

٢- جهاز عرض بروجكتور مع الحاسب.

٣- سبورة

متطلبات الجدارة:

أن يكون المتدرب قادراً على التعرف والتمييز بين العناصر والأجهزة الإلكترونية المختلفة.

مقدمة عن أساسيات الهاتف

INTRODUCTION TO BASIC TELEPHONE

يعتبر تاريخ الاتصالات قديم بقدم الإنسان حيث أشارت المخطوطات القديمة إلى رغبة الإنسان وسعيه الدائم لتحقيق اتصال أسرع يتخطي به مدى السمع و الرؤية . و كان من أولى الطرق لنقل الرسائل إيقاد النار على قمم المرتفعات في الأماكن الشاسعة و المكشوفة و قرع الطبول في الغابات حيث تحجب الرؤيا بواسطة الأشجار الكثيفة ثم تطورت في القرون الحديثة بتجنيد العدائين حاملي البريد ثم ظهر التلغراف و الذي استخدمت فيه الشفرة الكهربائية لإرسال الرسالة المكتوبة.

و حتى القرن التاسع عشر لم يكن هناك نشاط بحثي لعلماء الفيزياء عن علم الصوت . إلا أن أبحاث الرواد في مجال بحوث الكهرباء قد مهدت الطريق أمام أول جهاز هاتف كهربي لجراهام بل في عام ١٨٧٥م. و قد ظهر أول مصطلح في عالم الاتصالات وهي كلمة " تليفون " وهي نطق العربية للكلمة الإنجليزية Telephone و هي تتكون من جزأين : الأول -Tele و يعني "عن بعد" و الثاني phone و يعني "الكلام" و بالتالي يكون معنى كلمة تليفون هو " الكلام عن بعد " و قد تم تعريب هذه الكلمة إلى كلمة " هاتف " لما فيها من معنى النداء عن بعد .
و يجدر بالذكر أن التركيز على دراسة علم الهاتف Telephony مع فهم مناسب لطبيعة و سلوك الصوت وبالأخص نظرية الصوت من وجهة نظر التطبيق في علم الهاتف مثل الكلام الصادر من الإنسان، يعتبر جانباً مهماً لابد منه.

الديسبل : Decibel (db أو dB)
من الصعب استخدام الوحدات المطلقة للكميات نظراً لكبرها و لذا نلجأ لقيمة إسنادية (مرجعية) Reference لإسناد الكمية المطلقة و ذلك باستخدام المقياس أو التدريج اللوغاريتمي بدلاً من المقياس أو التدريج العادي .
و مستوى أي كمية هو لوغاريتم النسبة بين هذه الكمية و الكمية الإسنادية و وحدة المستوى هي الديسبل .

مستوى شدة الصوت : Sound Intensity Level

مستوى الشدة IL لصوت شدته I يتم تعريفه بالصيغة التالية :

$$\text{Intensity Level} \qquad IL = 10 \log_{10} \frac{I}{I_o}$$

حيث IL يتم التعبير عنه بوحدة الديسبل

I_o الشدة الإسنادية و عادة تكون قيمتها $10^{-12} w.m^{-2}$

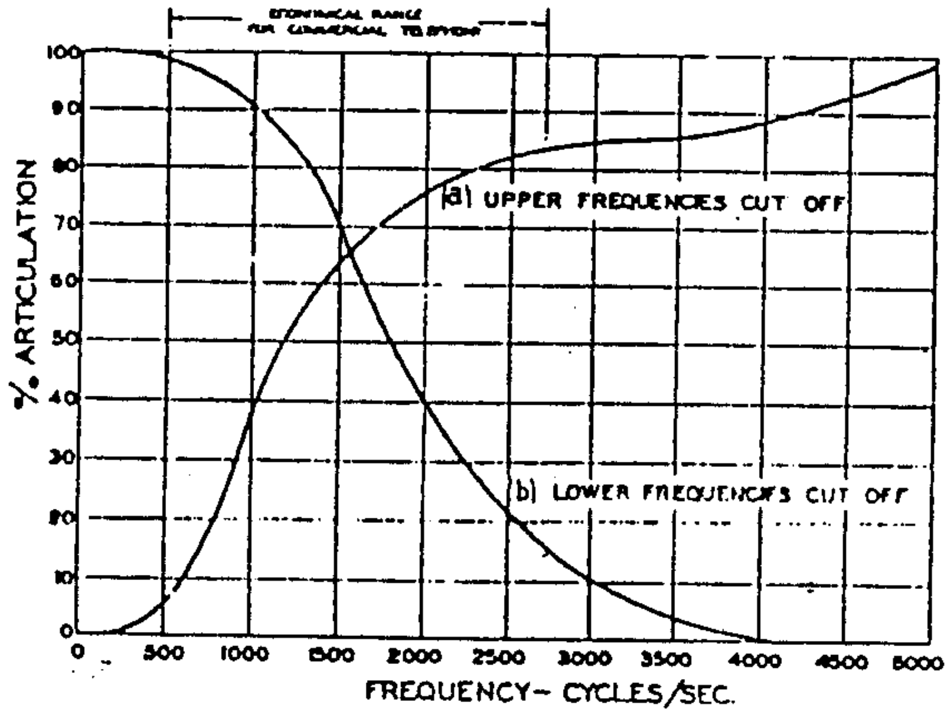
وحدة الفون : Phone unit

هي وحدة قياس مطلقة لقياس شدة الصوت

منحنيات وضوح النطق : Articulation Curves

تعتبر منحنيات وضوح النطق من المنحنيات الموضحة لخواص النظام الصوتي في الإنسان. الشكل (١- ١) يوضح العلاقة بين النسبة المئوية لدرجة وضوح النطق Articulation أو مقدرة الفهم Understandability والتردد. و يتضح أن هناك منحنى وضوح النطق للترددات الأعلى .Upper freq و منحنى آخر للترددات الأدنى .Lower freq . و يلاحظ أن منحنى الترددات الأدنى تقل النسبة المئوية لدرجة وضوح النطق كلما زاد التردد (رجل يحاول تقليد صوت امرأة ، أي صاحب حنجرة تصدر ترددات منخفضة يحاول تقليد صاحبة حنجرة تصدر ترددات عالية) و تزداد كلما قل التردد . أما منحنى الترددات الأعلى فإن النسبة المئوية لدرجة وضوح النطق تزداد كلما زاد التردد و تقل كلما قل التردد (امرأة تحاول تقليد صوت رجل).

و يتضح مما سبق أن وضوح النطق لكل من أصحاب الترددات المنخفضة و أصحاب الترددات العالية يتميز بنسب مختلفة من وضوح النطق و ذلك في الحيز من ٥٠٠ هيرتز إلى ٢٥٠٠ هيرتز . و يجدر بالذكر أن هذه الدراسة قام بتنفيذها علماء الفيزياء و أخذها عنهم علماء الاتصالات لتحديد أنسب منطقة ترددية للإنسان يمكنهم بها اختصار النطاق الترددي السمعي الممتد من ٢٠ هيرتز و حتى ٢٠ كيلوهيرتز .

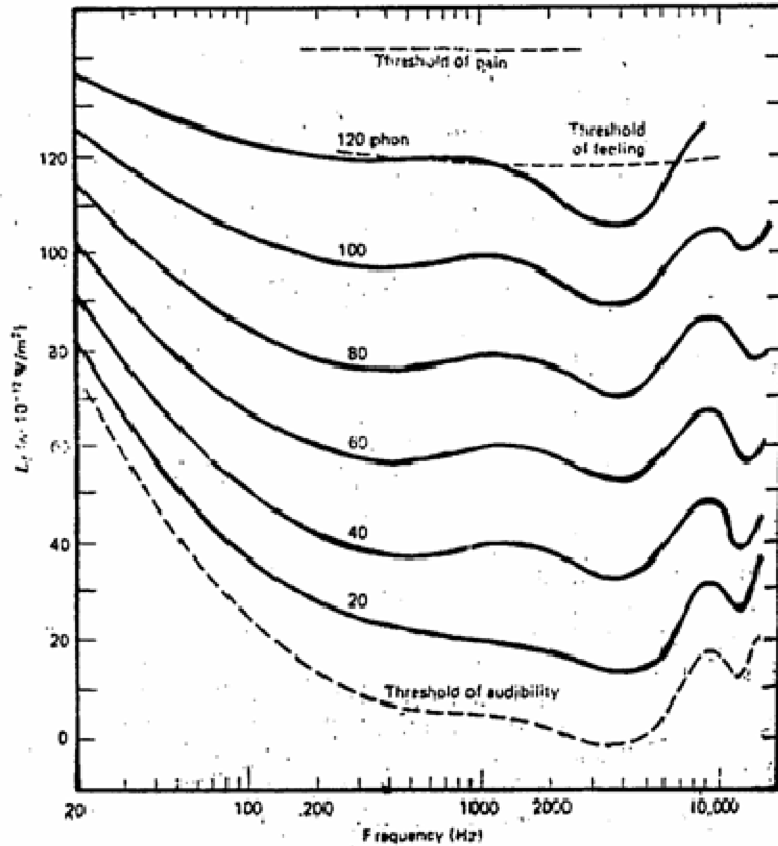


الشكل (١- ١) يوضح علاقة وضوح النطق مع التردد

منحنيات بداية المقدرة على السمع : Audibility threshold Curves

يعرف مصطلح "بداية المقدرة على السمع " على أنه المستوى الأدنى و المحسوس لشدة المجال الحر لأي نغمة يمكن إدراكها (كشفها) عند كل تردد موجود بالمدى الكلي للأذن البشرية .

يتضح من الشكل (١- ٢) أن متوسط بداية المقدرة على السمع للأذن العادية يظهر خلال المنحنى الأدنى . حيث تظهر أقصى حساسية للأذن بالقرب من التردد ٤ كيلوهيرتز . ونلاحظ عند الترددات الأقل من ٤ كيلوهيرتز ارتفاع بداية المقدرة على السمع مع انخفاض التردد ، و تكون القدرة الأدنى المطلوبة لإنتاج صوت يمكن فهمه عند التردد ٣٠ هيرتز قريبة من مليون مرة عن القدرة عند التردد ٤ كيلوهيرتز . بينما ترتفع القدرة على السمع عند الترددات العالية بسرعة حتى تصل لحد القطع cut off .



الشكل (١- ٢) يوضح منحنيات بداية المقدرة على السمع

و يمكن ملاحظة التغير الأكبر عند هذه المنطقة الترددية بين اثنين من المستمعين ، و بالتحديد إذا كان عمريهما اكبر من ٣٠ عاماً . و ربما يرتفع تردد القطع cut off للشخص الصغير إلى التردد ٢٠ كيلوهيرتز أو حتى ٢٥ كيلوهيرتز ، إلا أن الناس عند الأعمار ٤٠ أو ٥٠ عاماً نادراً ما يسمعون ترددات أكبر من ١٥ كيلوهيرتز بل و بالتحديد عند تردد قطع أقل من التردد ١٠ كيلوهيرتز . بينما في المدى الترددي الأقل من واحد كيلوهيرتز لا تعتمد بداية المقدرة على السمع على عمر المستمع .

كلما زاد علو الصوت (٢٠ ، ٤٠ ، ٦٠ ، ٨٠ ، ١٢٠ فون) ينتج في النهاية ما يسمى " الإحساس بالنغز Tickling Sensation " و يعتبر هذا المستوى ، أقل اعتماداً على التردد عن ما هو معروف عن بداية مقدرة السمع ، و تقترب قيمته من المستوى ١٢٠ فون و يطلق عليه " بداية الشعور أو الحس Threshold of feeling " . و هذه الحالة تتغير من شخص إلى آخر و لكن ليس لمدى واسع . و كلما ظلت الشدة في

تزايد فإن الشعور بالنغز يتحول إلى أحد صور الألم Pain عند حوالي ١٤٠ فون . ويجدر بالذكر أن التعرض لفترات قصيرة قد يؤدي إلى تدمير دائم للأذن حتى عند مستويات قد تكون أقل من ١٠٠ فون .

الإزاحة المؤقتة و الدائمة لبداية السمع :

و حيث إن الأذن تستجيب للأصوات العالية ، إلا أن درجة حساسيتها تنخفض ، و على ذلك فإن بداية مقدرة السمع تزاح إلى أعلى . و تتوقف كمية الإزاحة هذه على الشدة والفترة الزمنية للصوت . و بعد ذهاب الصوت ، فسوف يبدأ منحنى بداية المقدرة على السمع في الانخفاض و إذا تم تغطية الأذن بالكامل للبداية الأصلية للقدرة على السمع ، فسوف نطلق على هذه الحالة " الإزاحة المؤقتة لبداية السمع Temporary Threshold Shift " (TTS) . حيث يتم فيها تدمير الخلايا الشعرية مع عدم إمكانية تغطية بداية القدرة على السمع مرة أخرى .

و من دراستنا لنظام السمع في الإنسان و منحنيات بداية المقدرة على السمع نجد أن أقصى حساسية للأذن تحدث في النطاق الترددي من ٣٠٠ هيرتز إلى ٤٠٠٠ هيرتز هذا من ناحية و من ناحية أخرى نرى أن دراسة هذه المنحنيات تعطينا حصانة ضد أخطار المهنة و تعرفنا جانباً من جوانب الأمن الصناعي في هذا التخصص . و يجدر بالذكر أن هذه الدراسة قام بتنفيذها علماء الفيزياء و أخذها عنهم علماء الاتصالات لتحديد أنسب منطقة ترددية للإنسان يمكنهم بها من اختصار النطاق الترددي السمعي الممتد من ٢٠ هيرتز و حتى ٢٠ كيلوهيرتز .

النطاق السمعي المستخدم في أجهزة الهاتف
من ٣٠٠ هيرتز إلى ٣٤٠٠ هيرتز

إذا لم تكن التكلفة تمثل هدفاً هاماً ، فإنه من غير الممكن في أي نظام تراسلي إرسال مدى ترددي متسع دون الحاجة القصوى له ، حيث إن التكلفة لأي نظام تراسلي تزداد بسرعة كلما اتسع المدى الترددي المراد إرساله . لذا فإن تكلفة النظام التراسلي تصبح ضرورية لإقرار المدى الترددي الأدنى والضروري لإعطاء الدرجة المطلوبة من الأمانة والفهم .

و نعرف من خلال دراستنا لعلم الفيزياء فرع الصوتيات ، أن النطاق الترددي الصوتي Voice frequency band يمتد من ٢٠ هيرتز إلى ٢٠ كيلوهيرتز . أي إن كل الأصوات التي يسمعها الإنسان أو الصادرة منه تقع جميعها في هذا النطاق و تستجيب لها الأذن ، إلا أن هذا النطاق يتغير اعتبارياً باختلاف الأفراد .

و نلاحظ من خلال دراستنا السابقة لمنحنيات وضوح النطق و بداية المقدرة على السمع ، أن وضوح النطق ينحصر بين التردد ٥٠٠ هيرتز و التردد ٢٥٠٠ هيرتز ، وبداية المقدرة على السمع بأقصى حساسية للأذن يقع في الحيز الترددي من ٣٠٠ هيرتز و حتى ٤٠٠٠ هيرتز .

وعلى أساس الدراسة السابقة تم اختيار المدى الترددي من ٥٠٠ هيرتز إلى ٢٥٠٠ هيرتز على أساس أنه المدى الاقتصادي لنظم الهاتف التجارية. ففي هذا المدى الترددي نستطيع فهم الكلام المتلفظ به من أي متحدث . و من ناحية أخرى لا يعتبر هذا المدى الترددي من النطاقات الترددية بالغة الاتساع وبالتالي تقل تكلفة صناعة المكونات الكهربائية و الإلكترونية المستخدمة في هذه النظم . و قد تم الاتفاق في الماضي على اعتبار المدى الترددي من ٣٠٠ هيرتز إلى ٢٧٠٠ هيرتز هو المدى الترددي المثالي والتجاري حيث تم استخدامه و تطبيقه في أجهزة الهاتف . إلا أنه في العصر الحديث تم تعديل هذا المدى إلى مدى آخر يعطي وضوحاً للنطق عند الترددات العالية و امتد من ٣٠٠ هيرتز حتى ٣٤٠٠ هيرتز و ظلت أجهزة الاتصالات التجارية تعمل بهذا النطاق حتى يومنا هذا .

و يجب أن نشير هنا إلى أن مقدرة الفهم بالكاد في نظم الهاتف هي الهدف الأساسي و الرئيس بينما طبيعة الكلام تعتبر من الأهمية الثانوية ، و يختلف هذا المفهوم في حالة البرامج الإذاعية حيث تعتبر طبيعة أو كفاءة الكلام هي الاعتبار الرئيس .

و على ذلك يمكن تلخيص ما خرجنا به من هذه الدراسة إلى أنه تم اختيار النطاق الترددي السمعي المستخدم في هندسة الاتصالات من ٣٠٠ هيرتز إلى ٣٤٠٠ هيرتز أو بالمعنى العام حتى المدى ٤٠٠٠ هيرتز للأسباب التالية :

١. تمتع أُذُن الإنسان بأقصى درجة من الحساسية في هذا النطاق
٢. وضوح النطق للإنسان سواء لأصحاب الحناجر ذات التردد المنخفض أو لأصحاب الحناجر ذات التردد العالي يبدو بصورة جيدة .

٣. <u>توافر الإمكانات و التقنيات العاملة في هذا النطاق بصورة تجارية</u>

المكونات الأساسية لجهاز الهاتف

يتكون جهاز الهاتف كما هو موضح في الشكل (١- ٣) من الآتي :

١- جهاز نداء أو الجرس Ringer: لإعطاء صوت جرس بإشارة النداء المرسلة من لوحة التوزيع الإلكترونية (المقسم Exchange). في الهواتف الحديثة، تم استخدام مذبذبات إلكترونية مزودة بدوائر لتوليد أصوات لطيفة بدل الجرس التقليدي الذي قد يكون مزعجاً.

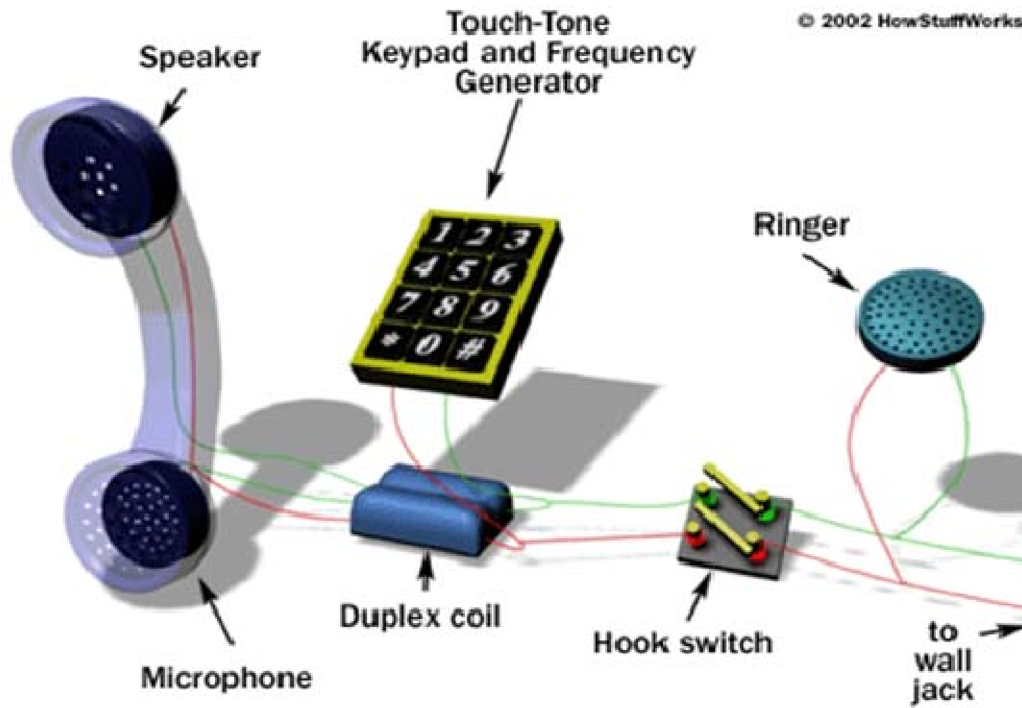
٢- جهاز إشارة: لإرسال إشارة القرص في حالة استخدام هاتف من نوع القرص الدوار Dial أو إرسال إشارات الأزرار الانضغاطية في حالة استخدام هاتف من نوع الأزرار الانضغاطية Touch Tone.

٣- جهاز التحدث Microphone: للتحدث إلى النظير (الشخص المطلوب): وهو عبارة عن محول للطاقة يقوم بتحويل الطاقة الصوتية إلى إشارة كهربائية معبرة عن الصوت.

٤- السماعة speaker: وتستخدم لسماع الطالب وهي عبارة عن محول للطاقة تقوم بتحويل الطاقة الكهربائية المعبرة عن الصوت إلى طاقة صوتية. عادة تكون السماعة والميكرفون في قطعة واحدة هي يد الهاتف.

٥- ملف مانع صدى الصوت Duplex coil أو ما يحل محله: لحجب صوت المتحدث عن أذنه.

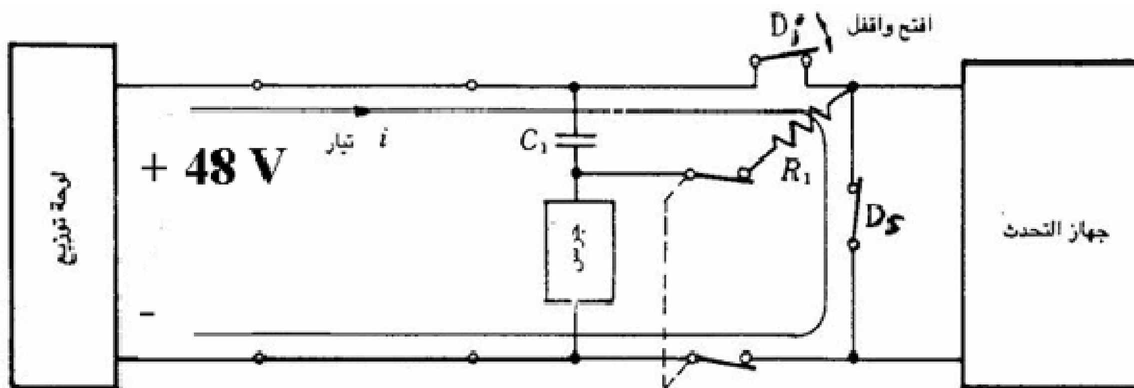
٦- مفتاح التحويلة الخطافية Hook Switch: لوصل الهاتف بالشبكة و فصله عنها والتي تكون في حالة اتصال بمجرد أن ترفع سماعة الهاتف .



الشكل (١- ٣) المكونات الأساسية لجهاز الهاتف.

أنواع أجهزة الهاتف ونظرية عملها

أ- جهاز إشارة القرص من النوع الدوار الشكل (١- ٤):

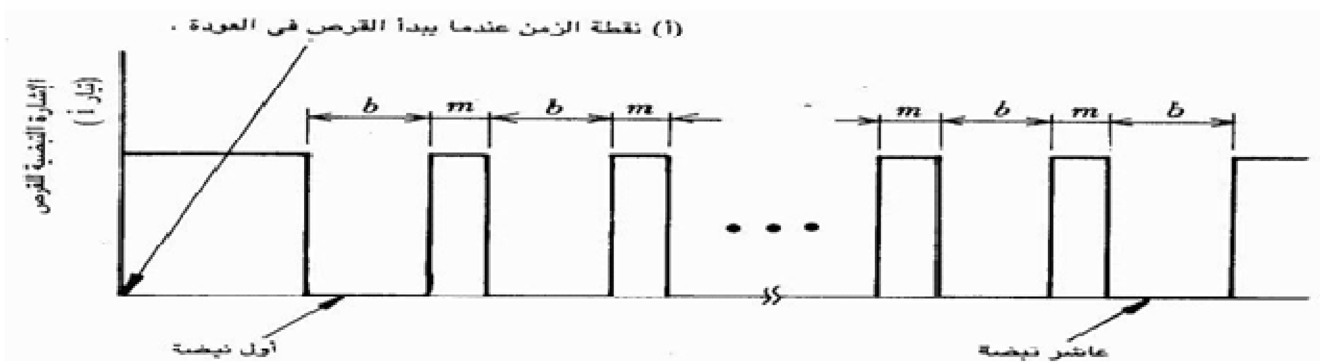


الشكل (١- ٤) جهاز القرص من النوع الدوار.

عند وضع يد الهاتف فإن تيار الجهد المستمر لا يسري في خط المشترك لوجود المكثف C1. و لكن عند رفع يد الهاتف عند استلام مكالمة هاتفية يتم توصيل ٤٨ فولت بتيار قيمته حوالي ٢٠ ملي أمبير من لوحة التوزيع (المقسم) إلى جهاز الهاتف لكي يتم تشغيل دوائره الإلكترونية.

عندما يأتي النداء (يقوم المشترك الطالب بطلب رقم معين) فإن إشارة نداء بتردد حوالي ستة عشر هرتز ترسل من لوحة التوزيع تسري في جهاز النداء ويرن الجرس.

في حالة عمل نداء هاتفي، إذا رفعنا السماعة و أدرنا القرص فإن دائرة مغلقة كما هو واضح في الشكل (١- ٤) يتم عملها بين جهاز الهاتف ولوحة التوزيع (المقسم)، و عندما يعود القرص فإن المفتاح Di يفتح ويقفل قاطعا التيار المستمر الممد من لوحة التوزيع ويتم إرسال عدد من النبضات مناظرة للعدد المدار.وفي أثناء تلك الفترة فإن المفتاح Ds يقفل مانعاً إشارات القرص من أن تأتي إلى جهاز التحدث، وإلى جانب ذلك فإن المكثف C1 والمقاومة R1 الموصلان بالتوازي مع Di تلعب دوراً لمنع تفريغ شراري الذي قد يحدث بسبب فتح و إغلاق نقط تلامس المفتاح Di. عدد الإشارات النبضية التي ينبغي إرسالها عند إدارة القرص تعتمد على العدد الدوار ويستخدم نوعان لعرض النبضة والفترة بين النبضات.الشكل (١- ٥) يوضح الإشارة النبضية عند إدارة القرص للرقم (٠).



الشكل (١- ٥) الإشارة النبضية عند إدارة القرص للرقم (٠)

النوع الأول: m = ٣٣,٣ ملي ثانية و b = ٦٦,٧ ملي ثانية عندئذ يكون الزمن الدوري

T = m + b = ١٠٠ ملي ثانية.

ويكون عدد النبضات في الثانية = التردد F = 1/T = ١٠٠/١٠٠٠= عشر نبضات في الثانية.

النوع الثاني: m = ١٦,٧ ملي ثانية و b = ٣٣,٣ ملي ثانية عندئذ يكون الزمن الدوري

T = m + b = ٥٠ ملي ثانية.

ويكون عدد النبضات في الثانية = التردد F = 1/T = ٥٠/١٠٠٠= عشرون نبضة في الثانية.

ب- جهاز الهاتف ذو الأزرار الانضغاطية **Pushbutton Type (Touch Tone)**:

هذا النوع من الهواتف يستعمل أزراراً انضغاطية عند الضغط على أحدها يتم توليد وإرسال إشارتين جيبيتان ذات ترددان ولذلك يسمى هذا النوع من الهواتف بالهاتف ذي النغمتين Dual Tone Multi Frequency (DTMF) . تردد الإشارة الأولى من مجموعة الترددات الأقل: ٦٩٧ و ٧٧٠ و ٨٥٢و ٩٤١ هرتز و الأخر من مجموعة الترددات الأعلى: ١٢٠٩ و ١٣٣٦ و ١٤٧٧ هرتز، كما هو موضح في الشكل (١- ٦).

فعلى سبيل المثال عند الضغط على الرقم ١ فإنه يتم إرسال إشارتين كهربيتين بتردد ٦٩٧ هرتز و تردد ١٢٠٩ هرتز إلى لوحة التوزيع خلال خط المشترك. تقوم لوحة التوزيع بعمل تمييز للتعرف على ترددات إشارات الزر الانضغاطي باستخدام مرشحات ذات مدى تمريري Band Bass Filter (BPF) تقوم بتمرير إشارة ذات تردد واحد وبذلك يتم التعرف على رقم كل زر انضغاطي.

مجموعة الترددات الأعلى [Hz] / مجموعة الترددات الأقل [Hz]	1209	1336	1477
697	1	2	3
770	4	5	6
852	7	8	9
941	*	0	#

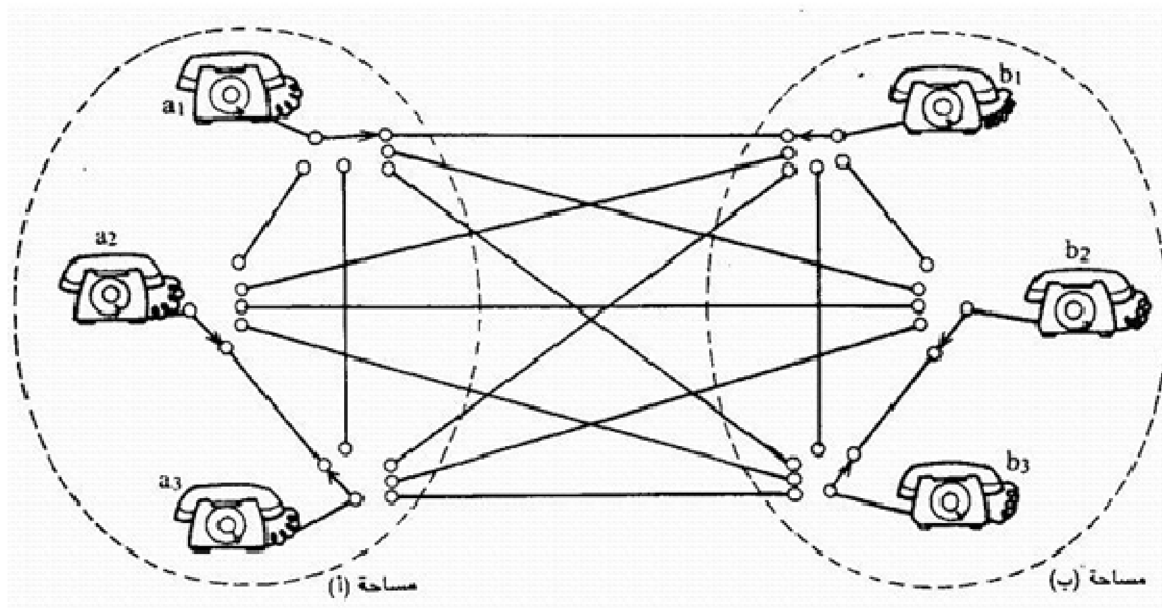
الشكل (١- ٦) الأزرار الانضغاطية وترددات كل رقم.

رقم أي هاتف هو بمثابة عنوان حيث تقسم مجموعة الأرقام التي يتكون منها رقم الهاتف إلى أربع فئات مثل: الأولى: تدل على الدولة و الثانية : تدل على المحافظة (المنطقة) والثالثة: تدل على المدينة و الرابعة: تدل على المقسم الذي تتبع له هذه المنطقة السكنية و الرابعة والأخيرة هي رقمك الخاص

الذي يستدل به عليك من خلال هذا المقسم. إذن رقم الهاتف هو كالعنوان حيث يأتي اسم الدولة ثم المحافظة ثم المدينة ثم اسم المنطقة التي تسكن بها ثم اسم الشارع في المدينة ثم رقم منزلك في هذا الشارع. كمثال لذلك رقم الهاتف: (٤٢١٦٦- ٦٢- ٤- ٠٠٩٦٦) فإن ٠٠٩٦٦ تدل السعودية و ٤ تدل على منطقة الجوف ٦٢ يدل على رقم المقسم التابع له السكن و الرقم ٤٢١٦٦ هو رقم الهاتف.

الشبكة الهاتفية ولوحة التوزيع Telephone network and switch board

تقوم الشبكة الهاتفية بالربط بين الهواتف بعضها ببعض. دعنا نعتبر شبكة بسيطة تربط بين ثلاثة هواتف في منطقة أ وثلاثة أخرى في منطقة ب، فإن عدداً من الخطوط اللازمة للتوصيل بين جميع الهواتف يصل إلى ١٥ خط كما هو مبين في الشكل (١- ٧).



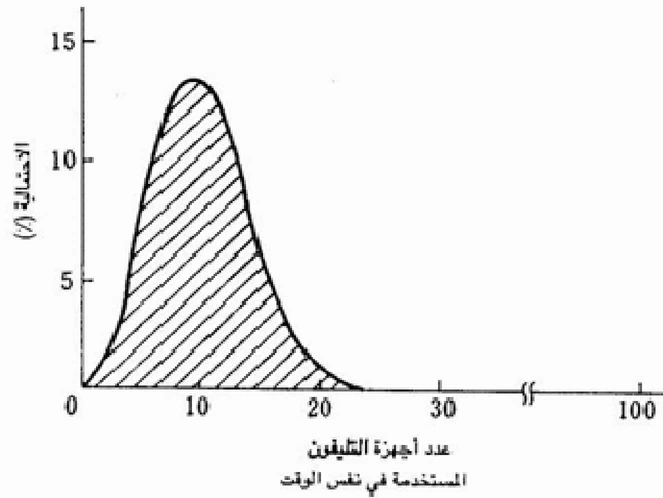
الشكل (١- ٧) مثال لشبكة هاتفية بسيطة

و بصفة عامة فإن عدداً من الخطوط اللازمة في حالة وجود عدد N من الهواتف = $N \times (N-1)/2$

حيث إن $N = N_A + N_B$.

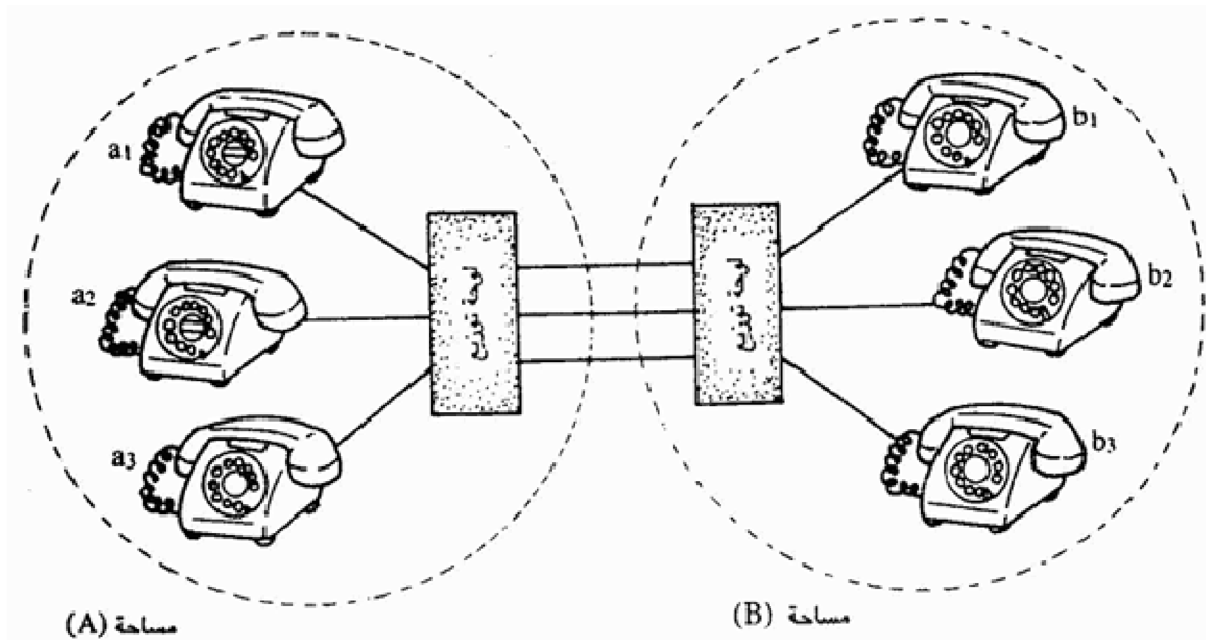
N_A تساوي عدد الهواتف في المنطقة A و N_B تساوي عدد الهواتف في المنطقة B.

في الواقع جميع الهواتف لا تعمل في نفس الوقت، وقد تم عمل فحص في حالة استخدام مئة هاتف في شركة معينة وتم حساب نسبة الهواتف التي تعمل في نفس الوقت فكانت النتيجة كما في الشكل حيث يتضح أن احتمال استعمال أكثر من ٢٠ تليفون أو أكثر في نفس الوقت هو احتمال ضئيل جدا كما هو واضح في الشكل (١- ٨).



الشكل (١- ٨) مثال يبين احتمالية استخدام مئة هاتف في نفس الوقت.

من الشكل يتضح أن احتمال استعمال أكثر من ٢٠ تليفون أو أكثر في نفس الوقت هو احتمال ضئيل جداً. ولذلك تظهر أهمية استخدام سنترال تليفوني مزود بلوحة توزيع في كل منطقة فإن الأجهزة اللازمة للشبكة التليفونية يمكن تجميعها في السنترال وبذلك تتحسن الربحية وأيضاً فإن الطول الكلي للخطوط الهاتفية اللازمة يمكن اختزاله إلى أبعد حد مقارنة بالحالة التي تتصل بها الخطوط الهاتفية بالأجهزة الهاتفية كما هو واضح في الشكل (١- ٩).



الشكل (١- ٩) مثال لشبكة هاتفية باستخدام لوحة توزيع (مقسم).

كيفية انتقال الإشارات الهاتفية بين الهواتف المختلفة و المقاسم:

١- تغادر إشارة المكالمة الهاتفية الهاتف الذي يتم الطلب منه إلى صندوق الهواتف Telephone Box الذي يكون عادة خارج المبنى.

٢- يقوم المقسم المحلي The Local Exchange بربط كل الهواتف في منطقة جغرافية صغيرة Geographical Area بتوصيل شبكة هاتفية بينها.

٣- تنتقل إشارات مكالمات الهواتف المحمولة (الجوال) Cell Phone Call إلى برج الخلية Cell Tower ومنها تنتقل إلى مقسم الجوالات Mobile Exchange.

٤- تنتقل إشارات المكالمات من المقسم المحلي و من مقسم الجوالات إلى المقسم الرئيسي في نفس المدينة.

٥- من الممكن أن ينقل المقسم الرئيسي إشارة المكالمة الهاتفية إلى مقسم رئيسي آخر أو ينقلها إلى مقسم دولي International Exchange.

٦- ترسل إشارة المكالمة الهاتفية من المقسم الدولي إلى دول أخرى عبر كابل ألياف بصرية Fiber Optic Cable عبر البحار أو باستخدام نظام الأقمار الاصطناعية.

خطوات إجراء المكالمة الهاتفية:

١- عند رفع المشترك (الطالب) للسماعة ينتج عن ذلك قطع مفاجئ بين المقسم و جهاز الهاتف فيقوم المقسم بإرسال إشارة للطالب وتوصيل إليه الحرارة.

٢- تقوم وحدة التحكم في المقسم باستقبال إشارة رقم الطالب وتحديد نوع هاتفه (قرص Dial - أزرار انضغاطية Touch Tone) وكذلك تحديد نوع الخدمة للطالب.

٣- يقوم المشترك (الطالب) بطلب الرقم المطلوب وعندئذ تقوم وحدة التحكم في المقسم باستقبال الإشارات الناتجة من الأرقام و من ثم تحليل الرقم و تخزينه و التعرف على المشترك و التأكد من السماح له باستخدام تلك الخدمة.

٤- ثم تقوم وحدة التحكم بتحديد المسار الأمثل للمكالمة أو تحديد المسارات البديلة في حالة انشغال الخطوط (اختناق).

٥- بعد ذلك، تقوم وحدة التحكم بإنشاء مسارين أحدهما للدخل و آخر للخرج.

٦- تصدر وحدة التحكم إشارة إلى هذين المسارين لتوصيلهما معاً وعندئذ تنتهي مهمة وحدة التحكم.

٧- تقوم وحدة التبديل في المقسم بإرسال جرسين أحدهما لهاتف المطلوب و الآخر جرس خلفي لهاتف الطالب.

٨- تعود وحدة التحكم مرة أخري لمراقبة المكالمة وعند رفع السماعة تنتج شريحة زمنية Time Slot لكل من الطالب و المطلوب و حساب مدة المكالمة وتحديد تكلفتها.

أساسيات الهاتف والمقاسم الرقمية

مقدمة عن شبكات الهاتف الخارجية

الوحدة الثانية : مقدمة عن شبكات الهاتف الخارجية

الجدارة : الإلمام بأجزاء الشبكة الهاتفية الخارجية ودراسة أهمية كل جزء من هذه الأجزاء

الأهداف : عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادراً بإذن الله على :

١- معرفة الأجزاء الرئيسية للشبكة الهاتفية الخارجية.
٢- أهمية كل جزء من أجزاء الشبكة الهاتفية الخارجية.
٣- معرفة البيانات الأساسية لأي مشترك من خلال الشبكة الهاتفية الخارجية.

مستوى الأداء المطلوب : ٨٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب : ٥ ساعات .

الوسائل المساعدة :

١- سبورة
٢- جهاز عرض بروجيكتور باستخدام الحاسب الآلي
٣- تطبيق معلومات الشبكة الخارجية على المقسم الموجود .
٤- زيارة المقسم التابع لشركة الاتصالات السعودية والتعرف على شبكته الخارجية .
٥- التعرف على مكونات شبكة الكلية الهاتفية.

متطلبات الجدارة :

أن يكون المتدرب قادراً على التعرف والتمييز بين أجهزة الهاتف المختلفة

مقدمة عن شبكات الهاتف الخارجية

مقدمة :

تعتبر شبكة الهاتف الخارجية هي الوصلة الكهربائية بين الطرفيات (العدد الهاتفية – وأجهزة الحاسب) و المقاسم . و حتى يتم إنشاؤها بسهولة و يسر و كذا صيانتها و توزيع العمل عليها ، تم تقسيمها إلى قطاعات و مسميات يمكن الاستدلال بها على أماكن العمل و الأعطال بها. وكذلك لاستيعاب أي تحديث أو مد الخدمة إلى أماكن جديدة.

و تبدأ شبكة الهاتف الخارجية العامة من هيكل التوزيع الرئيس Main Distribution Frame (MDF) بمبنى المقسم إلى وحدة صندوق التوزيع Distribution Box Unit (DBU) و المثبتة على مباني المشتركين .

و تتكون شبكة الهاتف الخارجية من قسمين هما :

١- الشبكة الهاتفية الابتدائية Primary Telephone Network
٢- الشبكة الهاتفية الثانوية Secondary Telephone Network

الشبكة الهاتفية الابتدائية Primary Telephone Network تمتد من هيكل التوزيع الرئيس MDF داخل مبنى المقسم و حتى الكبائن Cabinets الموزعة على شوارع المنطقة التي يقوم بخدمتها المقسم . و تتكون الشبكة الهاتفية الابتدائية من :

١- غرف التفتيش Manholes
٢- نقط التفتيش Hand Holes
٣- مسارات الكوابل (البرابخ) Ducts
٤- الكوابل الهاتفية ذات السعات المختلفة Cables

أما الشبكة الهاتفية الثانوية Secondary Telephone Network فهى تقوم بالربط بين الكبائن و مشتركي المقسم من خلال ثلاث وحدات هي :

١- وحدة صندوق الربط Joint Box Unit (JBU)
٢- وحدة صندوق التوزيع Distribution Box Unit (DBU)
٣- الحامي Protector

وصف لأجزاء شبكة الهاتف الخارجية :

١- هيكل التوزيع الرئيس **Main Distribution Frame (MDF)** :

يوجد بمدخل مبنى المقسم . حيث يتكون من قسمين : قسم وحدات التوصيل الرأسية Vertical Blocks و قسم وحدات التوصيل الأفقية Horizontal Blocks . يتم توصيل خطوط المشتركين لشبكة الهاتف الخارجية على وحدات التوصيل الرأسية حيث ترتب جغرافيا لخطوط المشتركين . أما قسم وحدات التوصيل الأفقية فهي المنوطة بتوصيل خطوط المشتركين بأجهزة المقسم و ترتب الخطوط فيها حسب مجموعات الألف للمقسم . ويتم التوصيل بين قسم وحدات التوصيل الرأسية و الأفقية بواسطة أسلاك قافزة Jumper Wires .



الشكل (٢- ١) يوضح نموذج وحدات توصيل هيكل التوزيع الرئيس MDF

تخرج من هيكل التوزيع الرئيس MDF كوابل بلاستيكية سعة ١٠٠ زوج (النظام القديم) وأخرى سعة ٢٠٠ زوج (النظام الجديد) . يتم تجميع عدد ١٨ كيبلاً سعة ١٠٠ زوج في نقطة التوصيل الرئيسة الموجودة بغرفة التفتيش الرئيسة أسفل المقسم ليخرج منه كابل سعته ١٨٠٠ خط هاتفي ، أو عدد ٩ كوابل سعة

٢٠٠ زوج ليخرج نفس الكابل ذي السعة ١٨٠٠ خط هاتفي . يخرج من المقسم عدد من الكوابل ذات السعة ١٨٠٠ خط هاتفي يتوقف على عدد المشتركين المخصصين على لهذا المقسم .



الشكل (٢- ٢) يوضح التوصيل الرئيس لكوابل وحدة MDF إلى الكوابل سعة ١٨٠٠ خط

٢- الكبائن Cabinets :

توضع الكبائن لتنظيم توصيلات المشتركين في الشارع الواحد . و هي توجد بسعات مختلفة . و سوف نتناول في شرحنا هنا الكبينة ذات السعة ١٢٠٠ زوج حيث ٤٠٠ زوج ابتدائية و ٨٠٠ زوج ثانوية . هذه الكبينة تأخذ ٤٠٠ خط من جهة المقسم و ٨٠٠ جهة المشتركين . و بالتالي يتم توزيع خطوط الكيبل ذي السعة ١٨٠٠ خط على أربعة كبائن بسعة ٤٠٠ خط للكبينة الواحدة و يتبقى ٢٠٠ خط يمكن توصيلها على كبينة خامسة ،و يمكن لهذه الكبينة الخامسة استكمال سعتها من كيبل آخر سعته ١٨٠٠ خط.



الشكل (٢- ٣) يوضح نقطة التوصيل الرئيس بين الكوابل سعة ١٠٠ خط و الكوابل سعة ١٨٠٠ خط

٣- وحدة صندوق التوزيع DBU :

و هي وحدة توزيع للخطوط الهاتفية تختص بأحد المباني . يتم توزيع الخطوط الثانوية للكبينة جهة المشترك على عدد من وحدات صندوق التوزيع DBU بحيث يكون مجموع الخطوط الموزعة هو ٨٠٠ خط.

لاحظ أن هناك أنواعاً مختلفة السعات من وحدات صندوق التوزيع حسب كثافة المشتركين بكل مبنى فهناك السعات ١٠ ، ٢٠، ٣٠ ، ...إلخ .



الشكل (٢- ٤) يوضح الكبينة و كيفية توصيل الخطوط لها

٤- سعات الكوابل في شبكة الهاتف الخارجية :

تنحصر سعات الكيابل المستخدمة في حيز الجزء الابتدائي للشبكة الهاتفية بالسعات التالية : ١٠٠- ٢٠٠- ٣٠٠- ٤٠٠- ٦٠٠- ٩٠٠- ١٠٠٠- ١٢٠٠- ١٥٠٠- ١٨٠٠- ٢٤٠٠ خط هاتفي ، أما سعات الكيابل المستخدمة في حيز الجزء الثانوي للشبكة الهاتفية فتنحصر بالسعات التالية: ٢٠- ٥٠- ١٠٠- ٢٠٠- ٣٠٠ خط هاتفي.





الشكل (٢- ٥) يوضح أنواع وحدة صندوق التوزيع الموجودة على مباني المشتركين

٥- غرفة التفتيش **Manhole** :

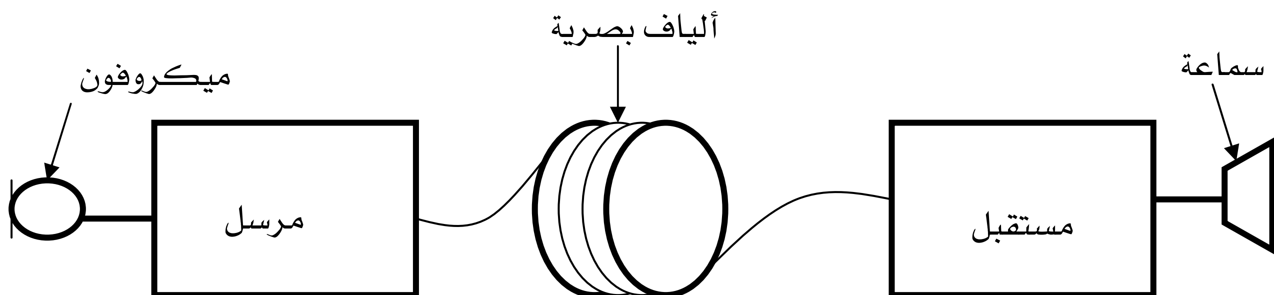
و هي عبارة عن غرفة بناء موجودة أسفل مستوى سطح الأرض و في منطقة الرصيف من الطريق . و لها غطاء يمكن فتحه لأعمال الصيانة و الإنشاء . و تحتوي جوانب هذه الغرفة على فتحات مسارات الكوابل (البرابخ) حيث تنتهي فيها كوابل (بكرة الكابل) الشبكة الابتدائية و التي يتم القيام بتوصيلها مع بعضها البعض داخل غرفة التفتيش .



الشكل (٢- ٦) يوضح كيفية خروج الكوابل من حوائط غرفة التفتيش

كوابل الألياف البصرية :

و هي عبارة عن وسط بصري يقوم بالربط بين مرسل **TRANSMITTER** و مستقبل **RECEIVER** . و الشكل (٢- ٧) يوضح المكونات الأساسية لحلقة الاتصال البصرية .



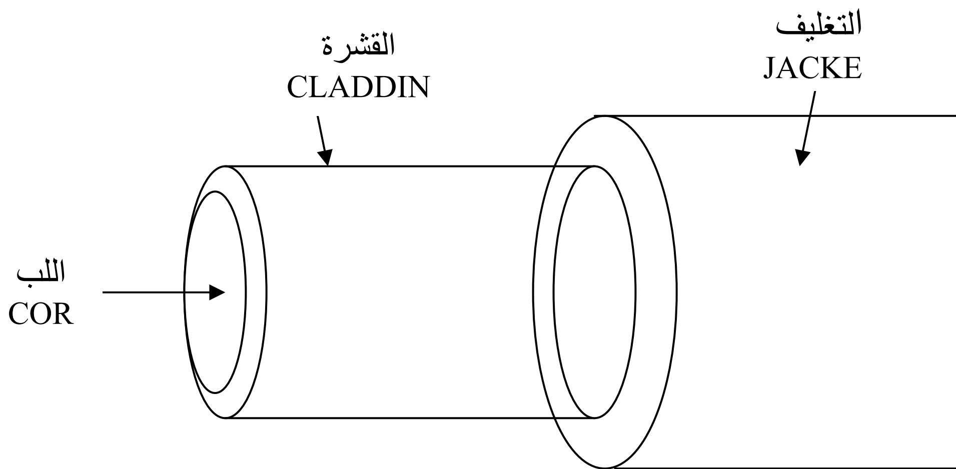
الشكل (٢- ٧) حلقة اتصال بصرية

الوسط التراسلي الضوئي :

و هو عبارة عن ألياف بصرية حيث تصنع من البلاستيك أو الزجاج و هي عبارة عن أوساط شفافة تمر من خلالها الموجات الضوئية . و تمتاز الألياف البصرية عن الكيابل المعدنية (النحاسية) بالآتي :

١- تسمح بمرور عرض نطاق متسع للإشارات
٢- أقل فقد في التراسل

٣- حصانة ضد الكهرومغناطيسيات
٤- وزن خفيف
٥- حجم صغير
٦- تحقق الأمان عند استخدامها
٧- تحقق السرية في الاتصالات



الشكل (٢- ٨) أجزاء الليفة البصرية

تدريبات على الوحدة

١- ما المكونات الخارجية لأي شبكة هاتفية؟
٢- ما الفرق بين كل من الكيبل الابتدائي والكابل الثانوي؟
٣- ما خطوات تأسيس خط هاتفى في الشبكة الهاتفية؟
٤- بمعرفة رقم DPU للمشترك كيف يمكن التوصل إلى باقي البيانات الخاصة بذلك المشترك؟
٥- ما الأنواع الرئيسية للكوابل الهاتفية؟
٦- باستخدام شفرة الألوان كيف يمكن ترقيم الخطوط في الكيابل الهاتفية؟
٧- كيف يمكن التوصيل بين البلكات الرأسية والافقية في الفريم الرئيس؟
٨- اشرح مكونات الفريم الرئيس
٩- لماذا تستخدم المواسير البلاستيكية في الشبكة الهاتفية؟
١٠- ما الفرق بين الشبكة الهاتفية المدفونة والشبكه الهوائية؟
١١- ما مميزات الشبكة المدفونة عن الشبكة الهوائية؟

تقويم مستوى الأداء للمتدرب

بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب ، يقوم المتدرب بتعبئة هذا النموذج :

<table>
<tr><td colspan="5">تعليمات
عد الانتهاء من التدريب على ....
قَوِّم نفسك و قدراتك بواسطة إكمال هذا التقويم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة ، و ذلك بوضع علامة (√) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، و في حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.</td></tr>
<tr><td colspan="5">اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرب عليه :</td></tr>
<tr><td rowspan="2">العناصر</td><td colspan="4">مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)</td></tr>
<tr><td>غير قابل للتطبيق</td><td>لا</td><td>جزئياً</td><td>كلياً</td></tr>
<tr><td>١- ....
٢- ....
٣- ....
٤- ....</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات(البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، و في حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" يجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.</td></tr>
</table>

أساسيات الهاتف والمقاسم الرقمية

المقاسم الرقمية

الوحدة الثالثة : المقاسم الرقمية

الجدارة : التعرف على مكونات المقسم الإلكتروني بصفة عامة والإلمام بمراحله المختلفه وطريقة عملها

الأهداف : عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادراً بإذن الله على التعرف على الوحدات الرئيسة العاملة في أي مقسم وهي:

١- وحدة التبديل
٢- وحدة المواء مة
٣- وحدة التحكم
٤- الفريم الرئيس للمقسم

مستوى الأداء المطلوب : ٨٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب : ٥ ساعات

الوسائل المساعدة :

١- سبوره
٢- جهاز عرض بروجيكتور مع حاسب
٣- زيارة بعض المقاسم والاطلاع على مراحله المختلفة

.

متطلبات الجدارة :

١- معرفة وتمييز أجهزة الهاتف المختلفه وكذلك معرفة خطوات إجراء المكالمه الهاتفية مضافاً إلى ذلك معرفة كيفية انتقال الاشارات بين الهواتف والمقاسم المختلفه .

المخطط الصندوقي للمقسم الهاتفي

Block Diagram of Telephone Exchange

يتكون المقسم الهاتفي من الأجزاء الرئيسة الآتية:

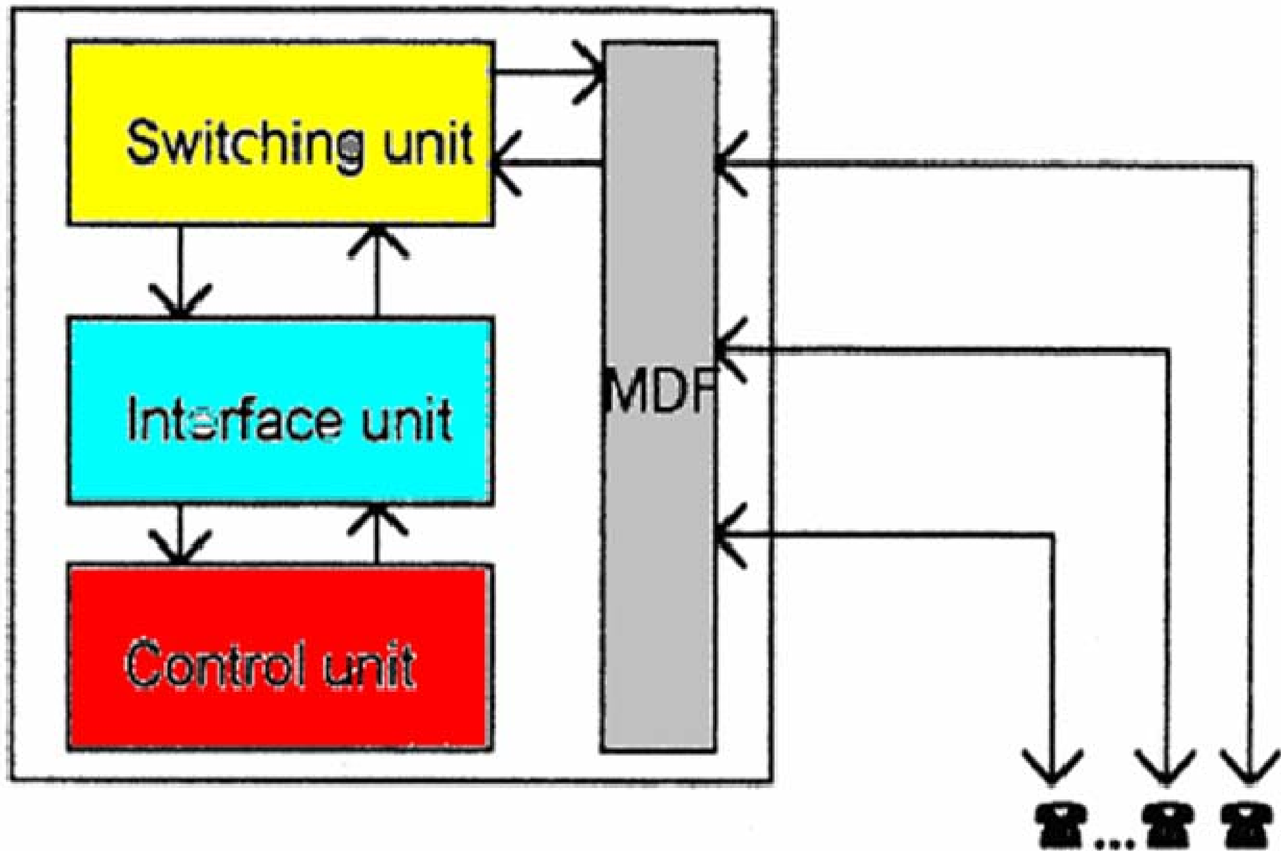
١- وحدة التبديل Switching Unit

٢- وحدة التحكم Control unit

٣- وحدة المواء مة Interface Unit

٤- الفريم الرئيس Main Distribution Frame

وذلك كما هو مبين بالشكل التالي رقم (٣- ١):

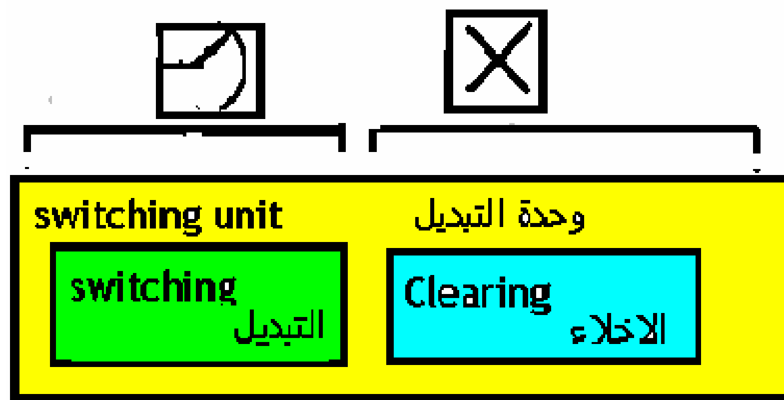


الشكل (٣- ١)المخطط الصندوقي للمقسم الهاتفي

وحدة التبديل Switching Unit

هـي الوحدة الـتي تقـوم بتوصيل المشـترك الطالـب بالمشـترك المطلـوب كمـا أنهـا تستشـعر برفـع المشـترك السماعة وتعطية حرارة تمكنه من إرسال الـرقم المطلوب إلى المقسـم . وهـي أيضـاً الـتي تحتـوي علـى مولـد النغمات المختلفة في المقسم. وتتكـون مـن وحـدة التبـديل ووحـدة الإخــلاء كمـا هـو موضـح بالشـكل رقـم (٣- ٢)

:



الشـكل (٣- ٢) وحدة التبديل

وحدة التحكم Control Unit

هذه الوحدة تقوم بمراقبة عمل وحدة التبـديل كمـا إنهـا تتعـرف علـى رقـم المشـترك المطلـوب وتحـدد المسـار الأمثل لتوصيل المشترك الطالب بالمطلوب . وكـذلك هـي الـتي تحـدد المسـارات البديلـة إذا تعـذر التوصيل عن طريق المسار الأمثل . كمـا تتعـرف علـى المشـترك الطالـب و تستحضـر جميـع بياناتـه مـن قاعـدة البيانـات بالمقسـم لتحـدد مسـتوى الخدمـه للطالـب class of service لتسـتوضـح هـل هـو مسـموح لـه بالخدمـة المطلوبة أم لا.

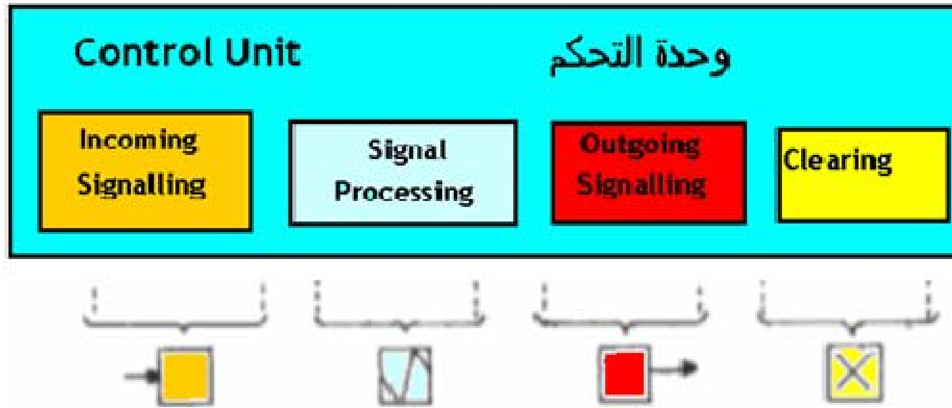
وتتكـون مـن أربـع وحـدات أساسـية هـي كمـا بالشـكل (٣- ٣):

أ- وحدة استقبال الإشارات (من أرقام وغيرها........) incoming signals

ب- وحدة معالجة الإشارات signal processing unit

ج- وحدة إرسال الإشارات (إلى المشتركين أو المقاسم الأخرى.....) outgoing signals unit

د- وحدة الإخلاء clearing signal unit



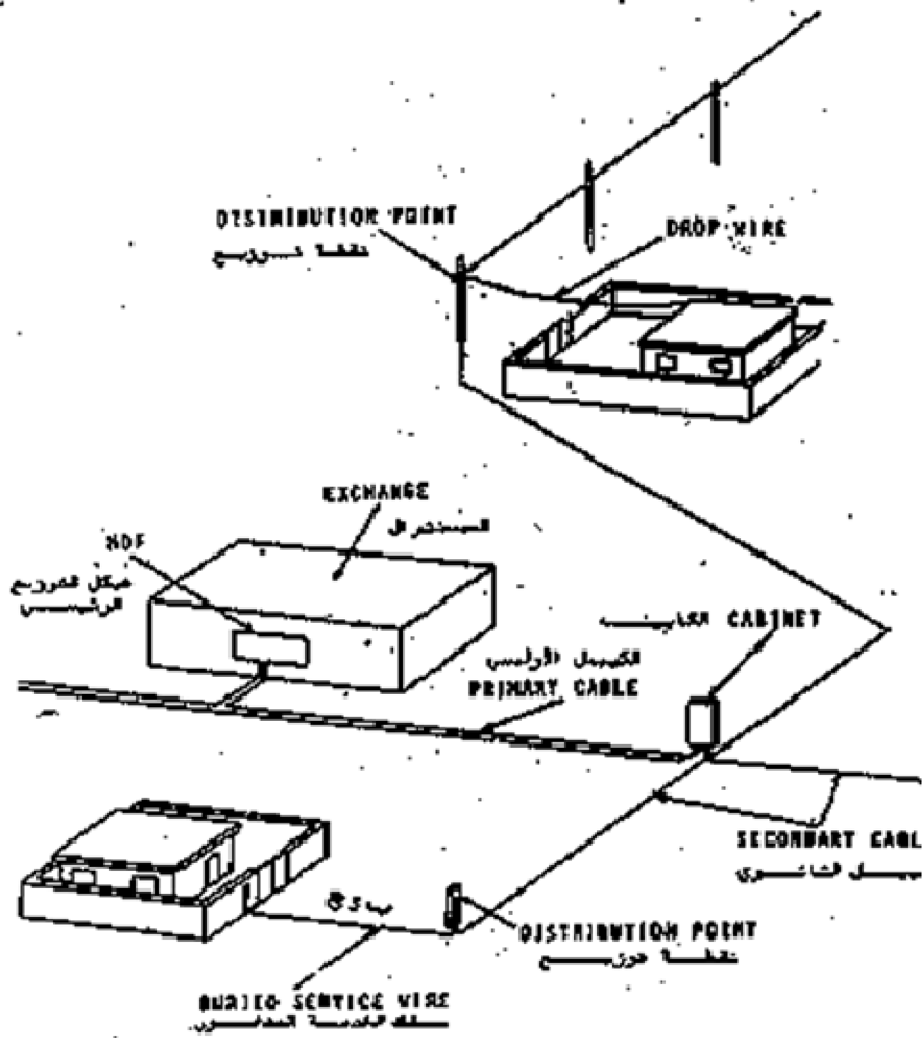
الشكل(٣- ٣) وحدة التحكم

وحدة المواءمة Interface Unit

هي وحدة متوسطه بين الوحدات ذات السرعات العالية في نقل البيانات مثل المعالجات الدقيقه في وحدة التحكم وبين المعالجات المستخدمة ذات السرعات المنخفضة في نقل البيانات الموجودة في وحدة التبديل وبذلك تكون وظيفتها هي السماح بتبادل المعلومات بين الوحدات ذات السرعات العالية و الوحدات ذات السرعات المنخفضة دون أخطاء تذكر

الفريم الرئيس Main Distribution Frame

هو عبارة عن إطار حديدي مركب عليه وحدات تربط عليها أسلاك الخطوط الهاتفية وهذه الوحدات تكون مرتبة لتسمح للعاملين في المقسم معرفة بيانات أي مشترك كما بالشكل رقم (٣- ٤)



الشكل رقم (٣- ٤) الفريم الرئيس

وهو مقسم إلى جزأين : جزء جهة المقسم وتركب عليه جميع الأسلاك الخارجة من المقسم (اللوحة الرئيسة mother board) عن طريق كيابل . والجزء الآخر يوصل عليه كوابل الشبكة الخارجية وتكون مرتبة على حسب ترتيب الكوابل الأرضية ويتم توصيل الحرارة للمشترك من المقسم إلى الخط الخاص به في الشبكة عن طريق سلك توصيل jumper .

وكل كابل يحتوي على مجموعة من الكبائن وكل كبينه تشغل مجموعة من نقاط التوزيع بحيث تكون قاعدة البيانات الموجودة في مركز الأعطال متحددة لكل مشترك نقطة التوزيع و الكبينه والكابل الخاص به لسهولة الوصول إلى خطه لإصلاحه.

الوظائف الرئيسة للمقسم الهاتفي:

١- التعرف على كل من المشترك الطالب (عن طريق استعراض معلوماته الأساسية) المشترك المطلوب (تحديد ما إذا كان على نفس المقسم أم على مقسم آخر)

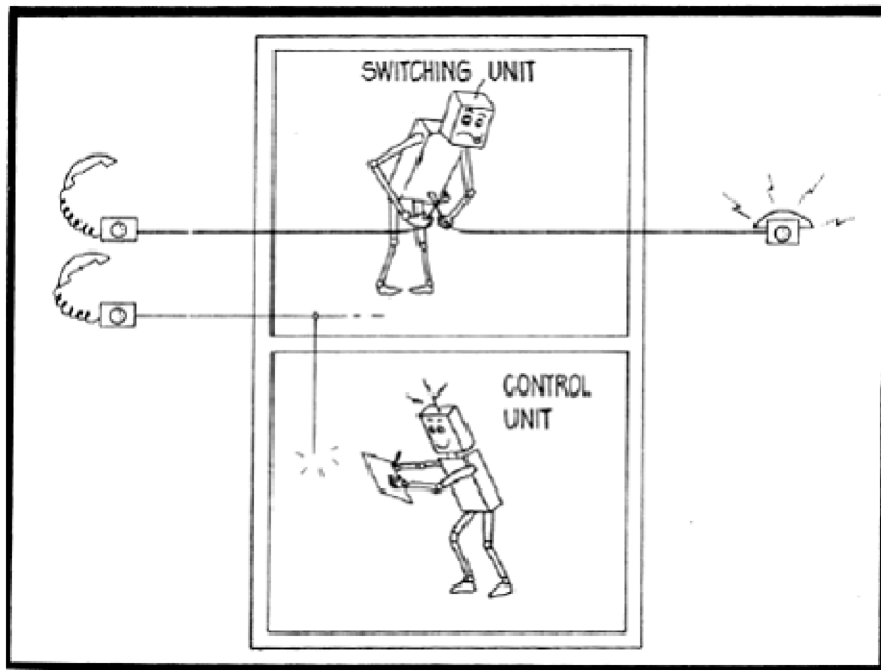
٢- معالجة الإشارات المستقبلة من المشترك لتحديد المطلوب وتنفيذه

٣- اختيار المسار الأمثل لتوصيل المشترك الطالب بالمطلوب

٤- مراقبة المكالمة بعد توصيل المشترك الطالب بالمطلوب

٥- إخلاء المسار أو المسارات بعد انتهاء المكالمة

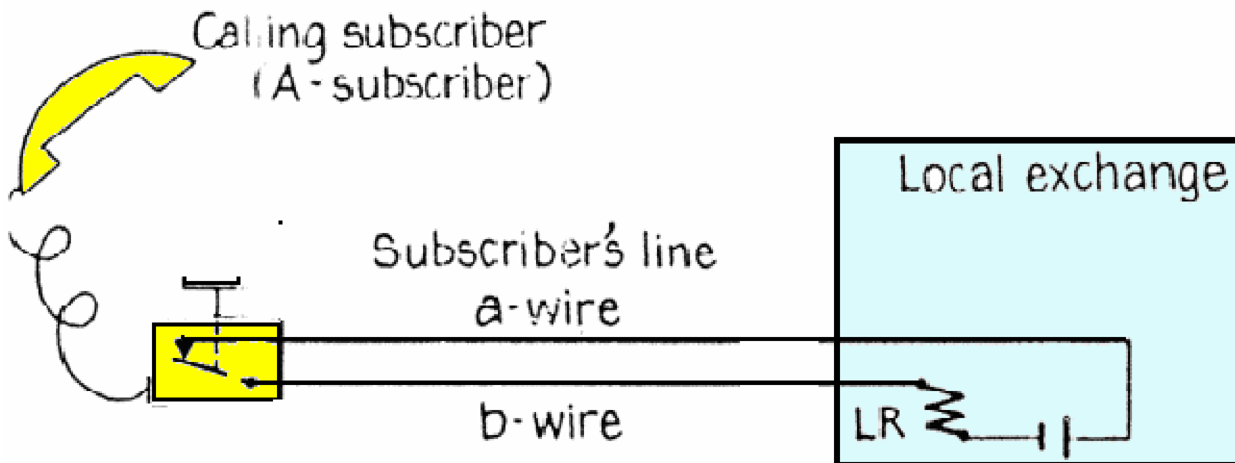
ويمكن التعبير عن وظيفة المقسم بالشكل رقم(٣- ٥)



الشكل رقم (٣- ٥) وظيفة المقسم

خطوات إجراء مكالمة هاتفية عبر المقسم:

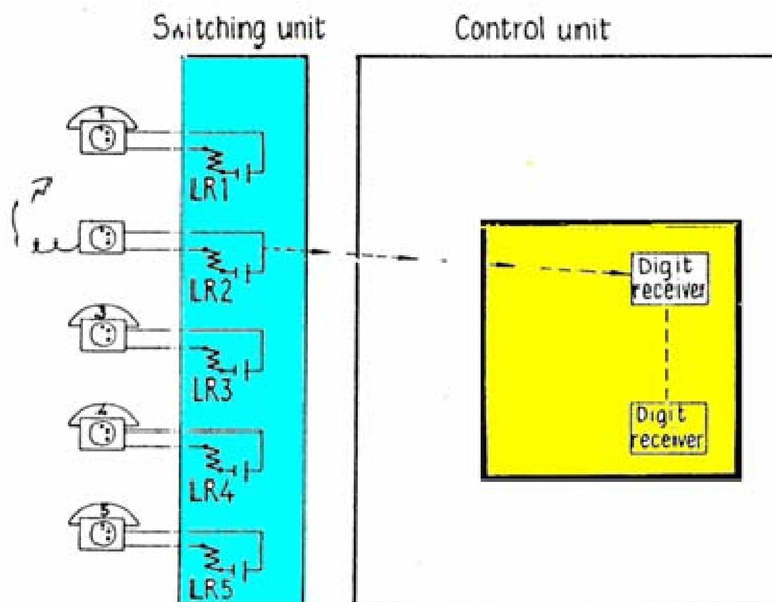
١- عند رفع المشترك السماعة يتم إغلاق المسار بين المقسم و العدة الهاتفية فجأة ممايسبب انسياب تيار من المقسم فجأه إلى المشترك وهو ما يسمى wake-up signal بعده يبدأ القسم في استقبال الأرقام المرسلة من المشترك كما بالشكل رقم (٣- ٦).



الشكل رقم (٣- ٦) إغلاق المسار بين المقسم وجهاز الهاتف

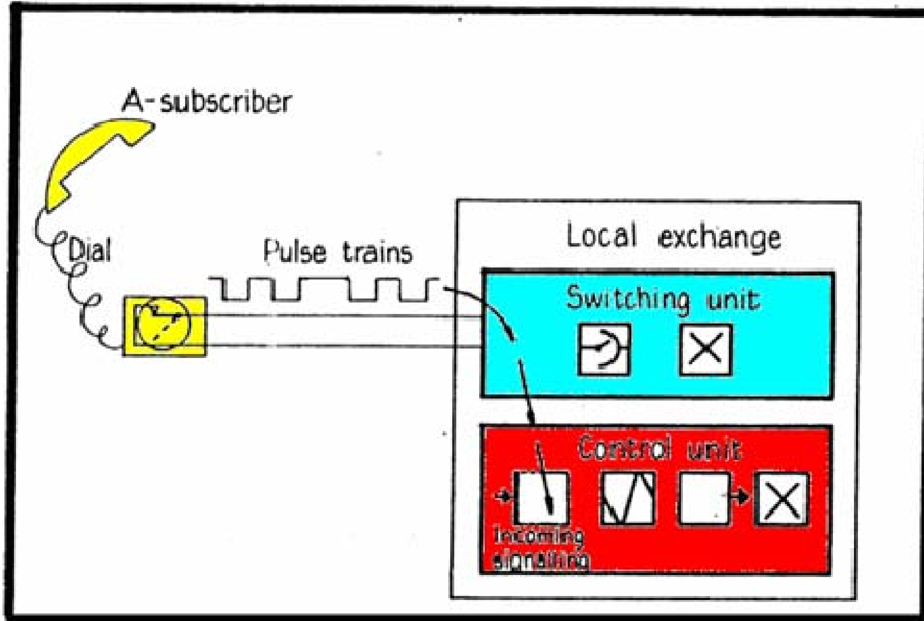
٢- تقوم وحدة التحكم في المقسم في فترة وجيزة جداً(غير محسوسة) بالتعرف على المشترك الطالب والبحث في معلوماته الأساسية لمعرفة نوع إرسال الأرقام (النبضه pulse أم خليط من الترددات Touch tone) وكذلك مستوى الخدمه class of service.

٣- ثم تقوم وحدة التحكم بإعطاء المشترك مساراً فارغاً وتحديد مستقبل أرقام مناسب لطبيعة الأرقام المستقبلة (نبضة أم خليط من الترددات) ثم تقوم بإعطاء المشترك حرارة لتمكنه من الطلب كما بالشكل رقم (٣- ٧).



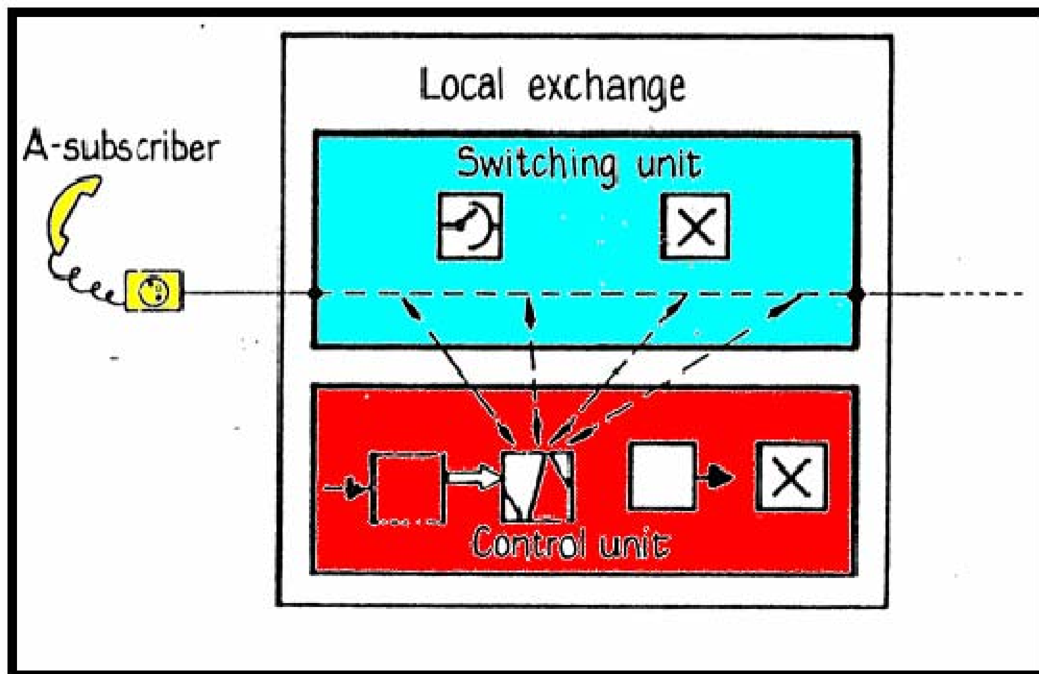
الشكل (٣- ٧) قيام وحدة التحكم بإعطاء المشترك حراره

٤- يقوم المشترك بطلب الرقم الهاتفي المراد الاتصال به فتستقبله وحدة التحكم وتتعرف عليه وتقوم بتخزينه في وحدة الإشارات المستقبلة كما بالشكل رقم (٣- ٨).



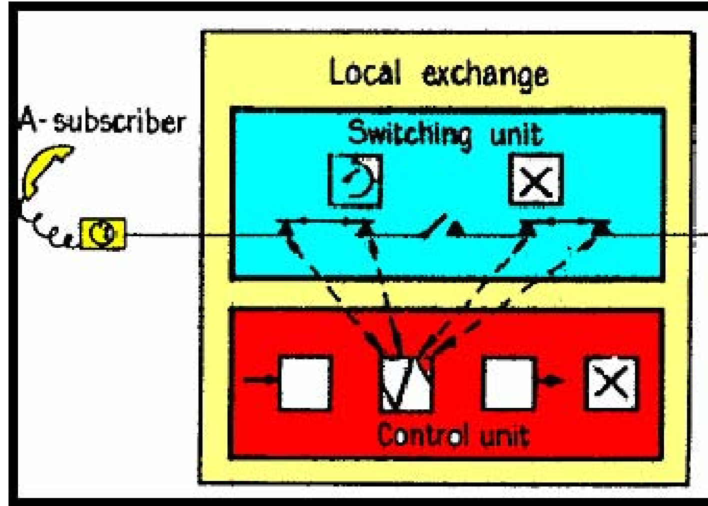
الشكل (٣- ٨) تعرف وحدة التحكم على رقم المشترك

٥- بعد استقبال آخر خانة في الرقم المطلوب last digit تقوم وحدة تحليل الإشارات الموجوده في وحدة التحكم بتحليل الرقم الهاتفي المطلوب واختيار المسار المناسب لتوصيل المشترك الطالب بالمطلوب كما بالشكل (٣- ٩)



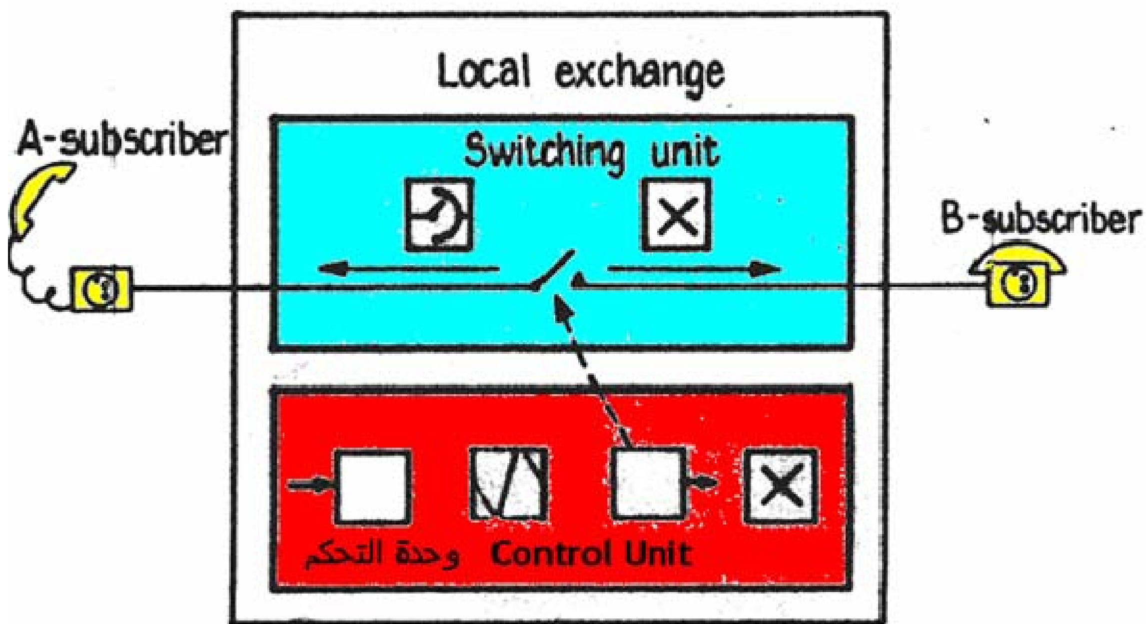
الشكل (٣- ٩)تحليل أشارات الأرقام في وحدة التحكم

٦- تقوم وحدتا التحكم (وحدة معالجة الإشارات) والتبديل باختيار مسار الدخل incoming path ومسار الخرج outgoing path كلٌ على حده بعد هذه الخطوة يكون المساران جاهزين ولكنهما غير متصلين ببعضهما البعض كما بالشكل رقم (٣- ١٠) .



الشكل (٣- ١٠) اختيار مسار الدخل ومسار الخرج عن طريق وحدة التحكم

٧- تقوم وحدة إرسال الإشارات الموجودة في وحدة التحكم بإرسال إشارة لكل من مسار الدخل ومسار الخرج لتوصيلهما معاً كما بالشكل رقم (٣- ١١)

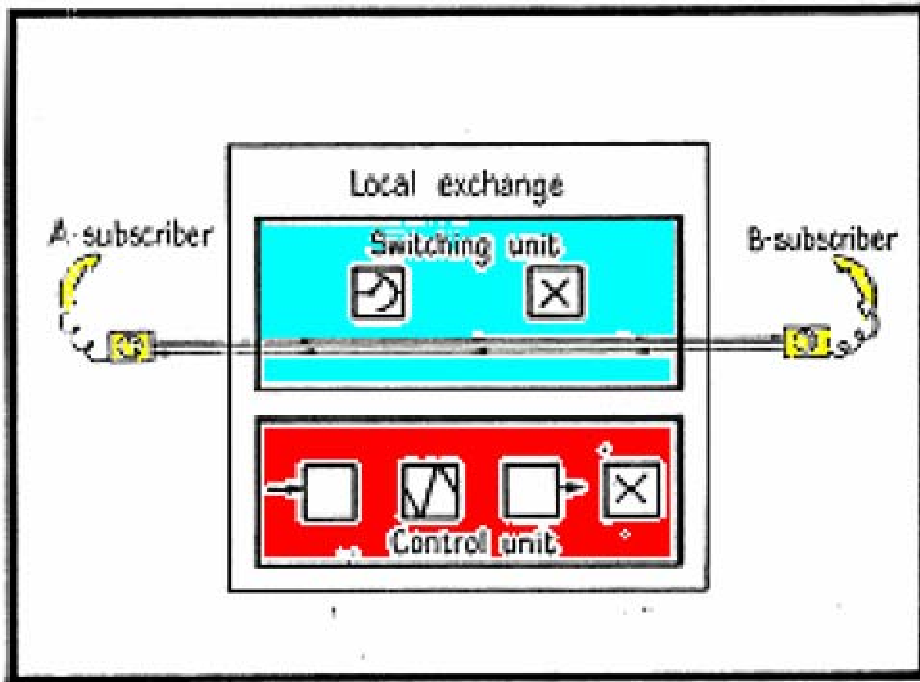


الشكل (٣- ١١)إرسال أشارة لكل من مسار الدخل والخرج لتوصيلهما

٨- بعد توصيل مساري الدخل والخرج ببعضهما تقوم وحدة الإخلاء بإنهاء مهمة وحدة التحكم وتتولى وحدة التبديل إرسال جرس للمطلوب وجرس خلفي للطالب

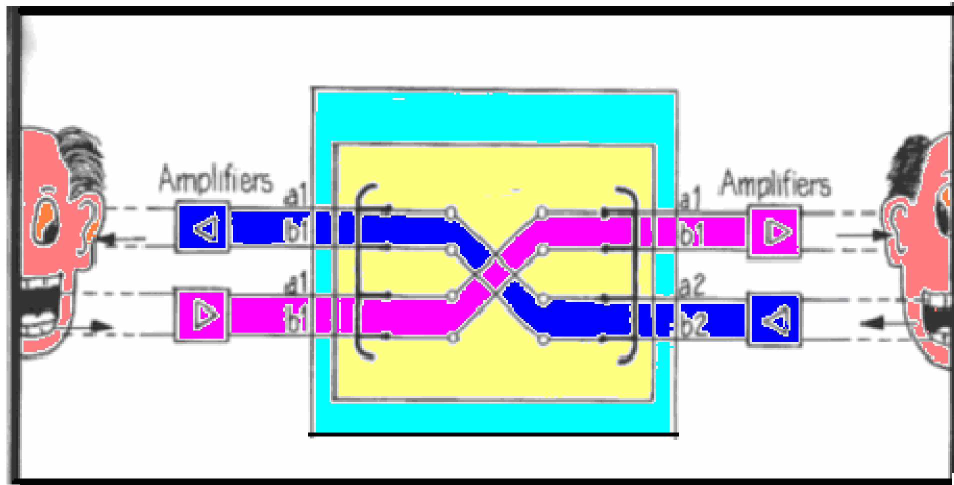
٩- تبدأ بعد ذلك مهمة أخرى لوحدة التحكم ألا وهي مراقبة سير المكالمة الهاتفية . وعند رفع المشترك المطلوب للسماعة يتوقف الجرس ويتم توصيل المشترك الطالب و المطلوب على مسارات الكلام speech path

١٠- في هذه الحالة تحدد وحدة التحكم شريحة زمنية time slot للطالب وأخرى للمطلوب لذلك ينبغي أن يكون كل مشترك متصل بالمقسم بثلاثة أفرع اثنان للإرسال واثنان للاستقبال كما بالشكل رقم (٣- ١٢)



الشكل (٣- ١٢) تحديد شريحة زمنية للطالب وأخرى للمطلوب

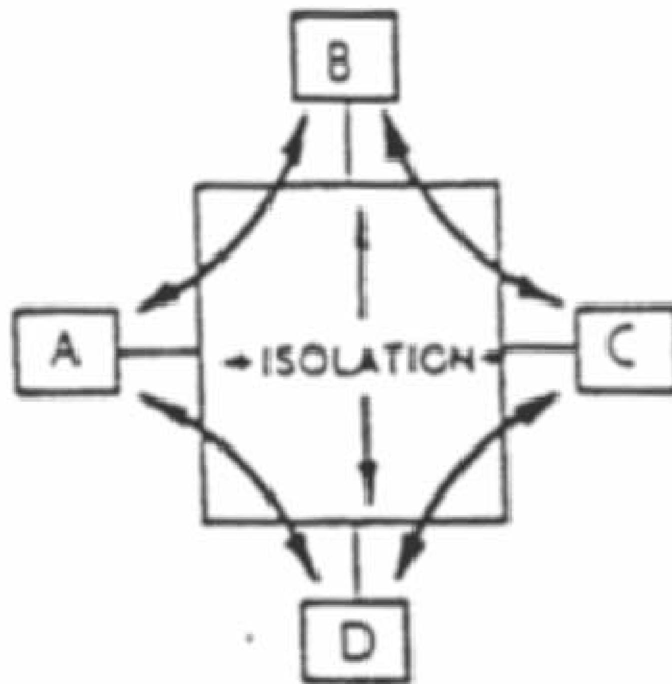
١١- هذه الأفرع الأربعة لكل مشترك تضاعف من تكلفة الشبكة الهاتفية كما أنها تسبب تعقيداً وصعوبة في الصيانة بسبب كثرة الأسلاك لذلك استخدمت دائرة لتحويل الأفرع الأربعة إلى فرعين يقومان بنفس العمل تسمى الدائرة الهجين hybrid circuit
كما بالشكل رقم (٣- ١٣) .



الشكل (٣- ١٣) خطان للإرسال والاستقبال لكل مشترك (أربعة أفرع)

١٢- الدائرة الهجين

هي دائرة مواءمة تحول من ٤ أفرع إلى فرعين أي أنها تجعل الإرسال والاستقبال للمشترك على فرعين بدلاً من أربعة أفرع و فكرة عملها تتلخص فيما يلي:

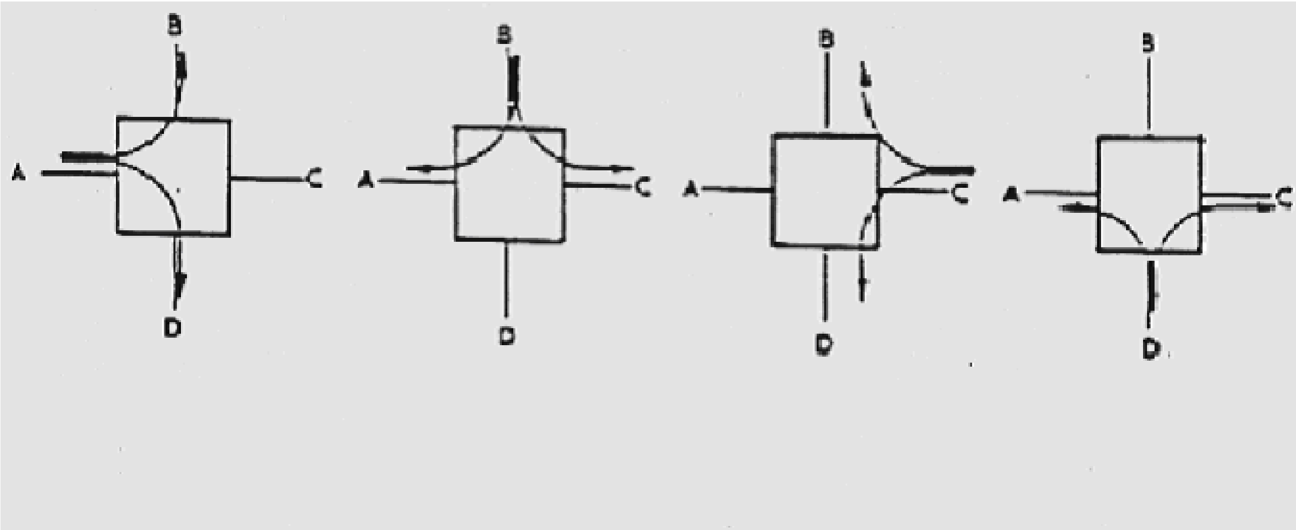


الشكل رقم (٣- ١٤) – فكرة عمل الدائرة الهجين

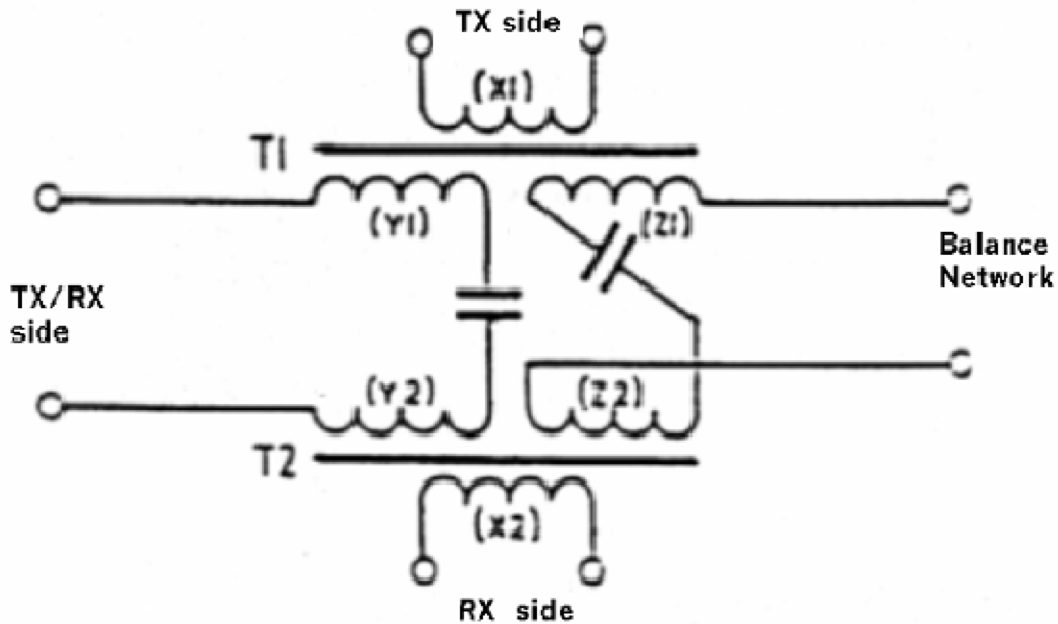
هذا الشكل يوضح فكرة عمل الدائره الهجين فهي ذات أربعة أطراف موصلة بحيث يكون الدخل على أحد الأطراف والخرج على طرفين آخرين والطرف الرابع معزول كما في الجدول التالي:

الدخل على الطرف	الخرج على الأطراف	الطرف المعزول هو
A	B,D	C
B	A,C	D
C	D,B	A
D	C,A	B

والشكل التالي رقم (١٥) يوضح المسارات الممكنة للدائرة الهجين حال استخدامها للتحويل من أربعة أفرع إلى فرعين.



الشكل رقم (٣- ١٥)- يوضح مسارات التوصيل في الدائرة الهجين



الشكل رقم (٣- ١٦)- يوضح الدائره الهجين كعنصر يحول من ٤ أفرع إلى فرعين

أنواع المقاسم الهاتفية

بعد أن درسنا مكونات المقسم الهاتفي ووظيفة كل وحدة من وحداته ودورها الأساسي في توصيل المشترك الطالب بالمطلوب . عرفنا أن وحدة المواءمة تحتوي على وحدات مختلفة منها وحدات لتوصيل المشتركين عليها تسمى(SLC) Subscriber Line Circuit كل وحدة تخدم عدداً محدداً من المشتركين و وحدات الخطوط الخارجية (المقصود بالخطوط الخارجية هي الخطوط التي تربط بين مستويات الشبكة الهاتفية وعادة يتم سحبها بواسطة كود) وتسمى Outgoing Trunk Circuit (OTC)ووحدات الربط بين المقاسم وتسمى Tie Line Circuits وحيث إن المقسم هو عبارة عن خليط من هذه الوحدات فإنه يمكن زيادة عدد الوحدات من نوع ما على حساب الأنواع الأخرى لتهيئة المقسم ليؤدي وظيفة ما في الشبكة الهاتفية.

ويمكن تقسيم المقاسم الهاتفية طبقا لموقعها في الشبكة الهاتفية وعليه يمكن بناء المقسم من الوحدات التي تجعله يقوم بهذه الوظيفة بكفاءة فمثلاً:

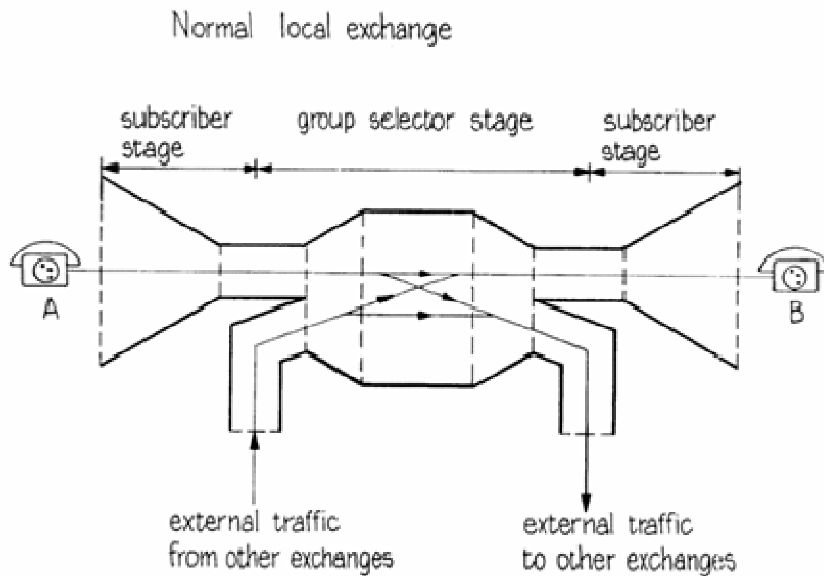
١- المقسم المحلي: **Local Exchange**

وظيفته الأساسية هي خدمة المشتركين المحليين وتوصيلهم بمشتركين آخرين على مقسم آخر في نفس الشبكة المحلية عن طريق استخدام خطوط الربط وكذلك تمكين بعض المشتركين المحليين من الاتصال بمشتركين على شبكه محلية أخرى عن طريق استخدام الخط الخارجي لذلك فإن

المقسم المحلي يتكون أساساً من وحدات مشتركين SLC ومن وحدات TIE يتوقف عددها على المسارات المتاحه في الشبكة الهاتفية ووحدات الخطوط الخارجية و عددها يتوقف على الحركة الهاتفية بين المشتركين في المقسم و المشتركين في المناطق الأخرى.

المقسم في الشكل التالي يخدم مشتركين محليين كما أنه يعمل كوحدة من وحدات شبكة محلية أكبر لذلك فإنه يستقبل حركة هاتفية من المشتركين و حركة هاتفية من المقاسم المحيطة ولما كانت الحركة الهاتفية من المشتركين منخفضة لذلك يلزم رفع هذه السرعات المنخفضة باستخدام وحدات الـــmultiplexing كي تتلاءم السرعات القادمة من وحدات المشتركين مع سرعة وحدة التبديل .

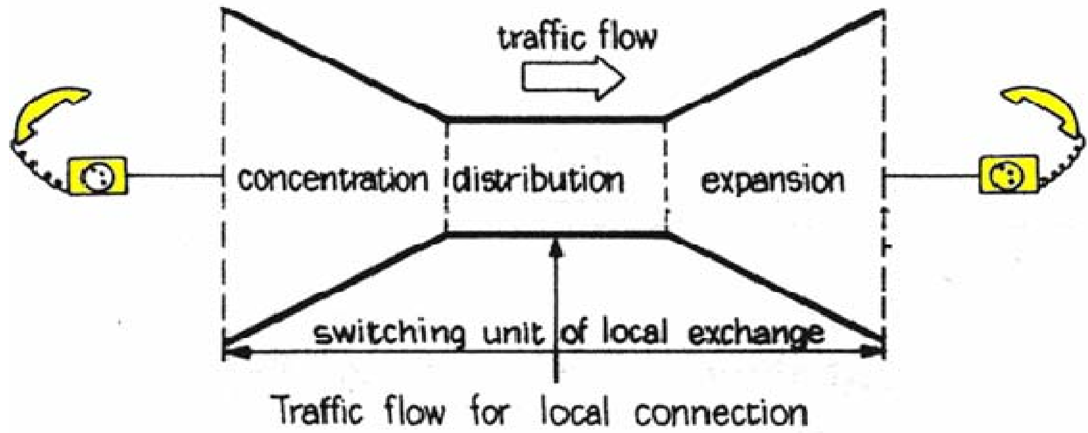
وفي المسارات بين المقاسم تستخدم نظم تراسل ذات تقنيات عالية في عمليات الـmultiplexing وذلك لرفع كفاءة كوابل الربط بين المقاسم . لذلك يلزم تخفيض هذه السرعات كي تتلاءم مع سعة وحدة التبديل في المقسم باستخدام وحدات الـــde-multiplexing



الشكل (٣- ١٧) عمل المقسم المحلي

حالة خاصة:

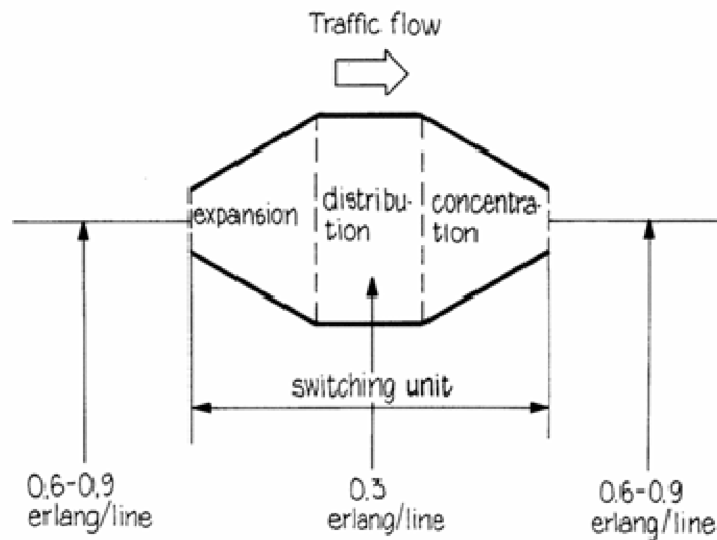
قد يكون المقسم المحلي يخدم مجموعة من المشتركين في قرية أو مكان منعزل وبالتالي لايلزم وحدات الـTIE بل تكون جميع وحدات المقسم عبارة عن وحدات SLC وقليل من وحدات OTC وتكون وظيفة المقسم منحصرة بخدمة المشتركين المحليين داخلياً أو خارجياً كما في الشكل(٣- ١٨):



الشكل (٣- ١٨) إنحصار خدمة المشتركين المحليين داخلياً وخارجياً عن طريق المقسم

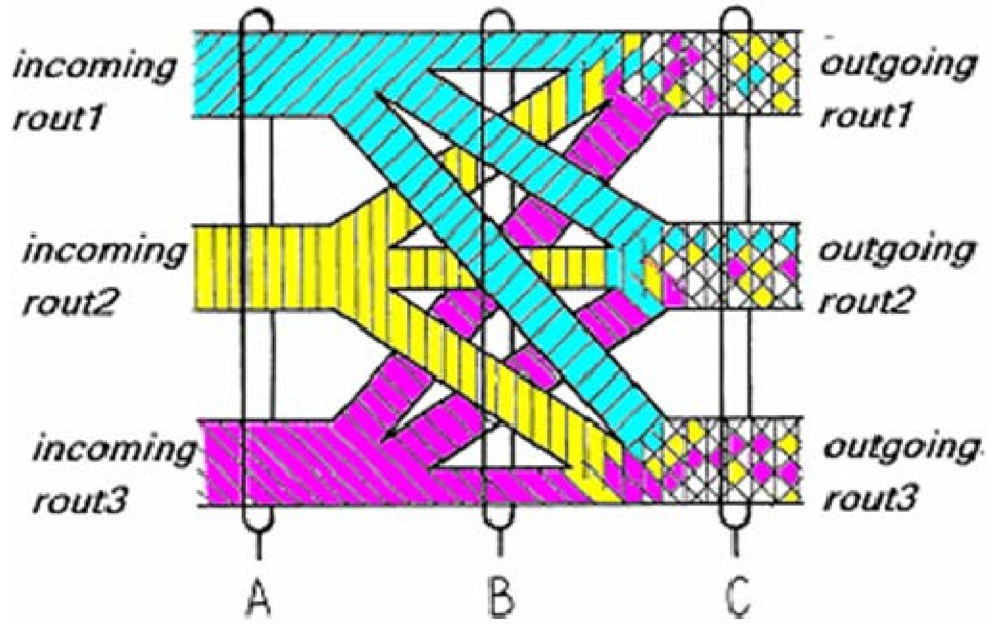
٢- مقسم العبور **Transit Exchange**

الوظيفه الرئيسة لهذا المقسم هي إضافة مسارات بديلة في الشبكة الهاتفية للقضاء على الاختناقات في المسارات الهاتفية . وذلك باستقبال الحركة الهاتفية الآتية من المقاسم المجاورة ثم إعادة توجيهها إلى مسارات أخرى بديله وذلك في حالة انشغال المسارات الأصلية



الشكل (٣- ١٩)وظيفة مقسم العبور

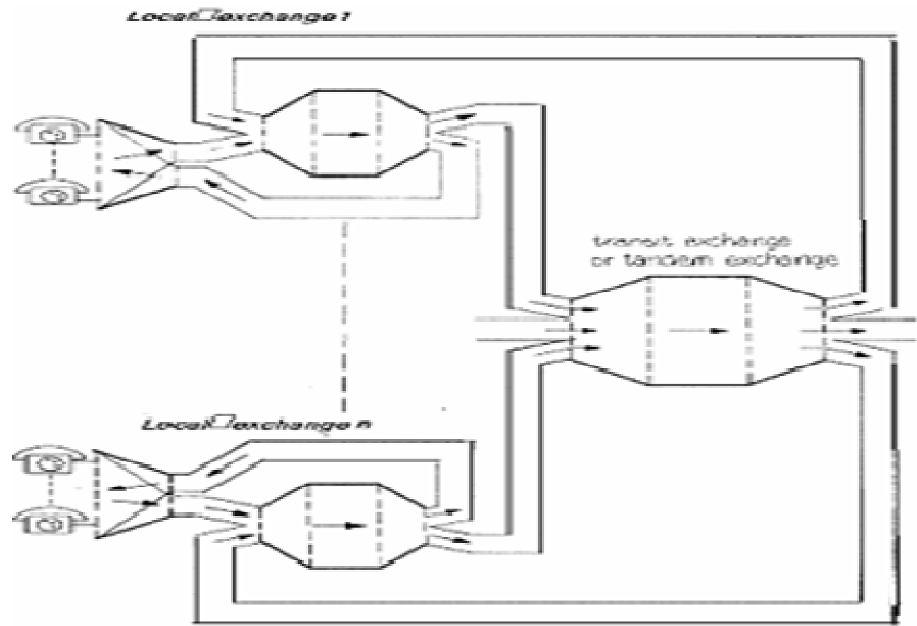
من الشكل السابق نرى أن المقسم يستقبل الحركة الهاتفية القادمة من المقاسم المجاورة بسرعات عالية جداً (لا تتناسب مع سرعة وحدة التبديل) لذلك لابد من تخفيض هذه السرعة عن طريق وحدات الـde-multiplexing ثم تتم عملية التبديل داخل المقسم وبعد التبديل تتم زيادة سرعة البيانات إلى ما كانت عليه باستخدام وحدات الـmultiplexing.



الشكل (٣- ٢٠) فض التعدد ثم التعدد داخل مقسم العبور

مثل هذه المقاسم لايكون بها مشتركون محليون (تقريباً) وتكون غالبية وحدات المقسم من نوع الـTIE بجانب عدد محدود من الأنواع الأخرى.

الشكل التالي(٣- ٢١) يوضح علاقة مقسم المرور بالمقاسم المحلية من وجهة نظر الحركة الهاتفية والمسارات.



الشكل (٣- ٢١) علاقة مقسم العبور بالمقاسم المحلية

تدريبات على الوحدة

١- ارسم المخطط الصندوقي للمقسم الهاتفي

٢- اذكر ما تعرفه عن:

الفريم الرئيسيMDF – وحدة التبديل - وحدة التحكم

٣- اذكر بالتفصيل خطوات إجراء مكالمة من خلال المقسم المحلي

٤- اشرح ماذا يحدث في الحالات الآتية:

أ- مشترك معرف في المقسم على أنه يطلب عن طريق إرسال خليط من الترددات ولكنه استخدم عدة هاتفية تعمل بالنبضة (بالقرص الدوار)

ب- مشترك معرف في المقسم على أنه يطلب عن طريق إرسال نبضات ولكنه استخدم عدة هاتفية تعمل بالأزرار (خليط من الترددات)

ت- أي العدتين تفضل ؟ ولماذا ؟

٥ – عرف كلاً من :

أ- المقسم المحلي

ب –مقسم العبور

٦- ما الوحدات الرئيسة التي تتكون منها وحدة المواءمة في أي مقسم ؟

تقويم مستوى الأداء للمتدرب

بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب ، يقوم المتدرب بتعبئة هذا النموذج :

تعليمات

بعد الانتهاء من التدرب على ....

قوم نفسك و قدراتك بواسطة إكمال هذا التقويم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة ، و ذلك بوضع علامة (√) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، و في حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرب عليه :

العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١- .... ٢- .... ٣- ٤-				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات(البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، و في حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" يجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

التبديل الزمني والمكاني

الوحدة الرابعة : التبديل الزمني والمكاني

الجدارة : التعرف على نظام التبديل الإلكتروني ودور وحدة التبديل في عمل المقاسم الهاتفية

الأهداف : عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادراً بإذن الله على التعرف على التقنيات الرئيسة العاملة في التبديل وهي:

١- وحدة التبديل اليدوية **Manual Switch**
٢- وحدة التبديل ذات القضبان المتقاطعة **Crossbars Switching Unit**
٣- وحدة التبديل ذات النقاط المتقاطعة **Crosspoints switching unit**

مستوى الأداء المطلوب : ٨٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب : ٣ ساعات

الوسائل المساعدة :

١- الاختبارات الدورية .
٢- أسئلة العصف الذهني
٣- عمل بحوث و تقارير.

متطلبات الجدارة :

١- الإلمام الكامل بمكونات المقاسم ومراحل سير المكالمة الهاتفية .

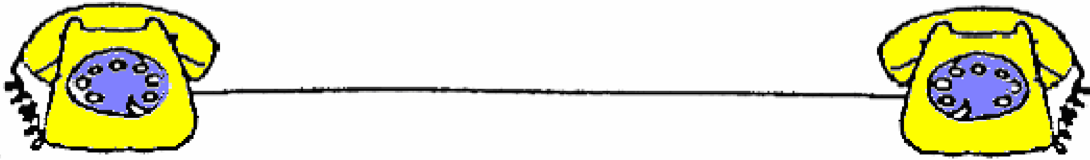
التبـــــــديل Switching

ما هو التبديل؟

التبديل هو خلق مسارات مؤقتة داخل المقسم لتوصيل المشترك الطالب بالمطلوب سرعان ما تختفي هذه المسارات بعد انتهاء المكالمة.

وإذا نظرنا إلى التبديل من الناحية العملية نجد أنه يعتبر الوظيفة الرئيسة للمقسم إلا أنه في عصرنا هذا عصر البيانات أصبح هناك تبديل من نوع آخر وهو خلق مسار مؤقت داخل شبكة المعلومات لتوصيل البيانات من عنوان إلى آخر على أن يختفي هذا المسار بمجرد الانتهاء من وصول المعلومات٠ إلا أنه في دراستنا هذه سنقتصر على التبديل داخل المقاسم والذي غايته توصيل مشترك بآخر لتنفيذ مكالمة هاتفية.

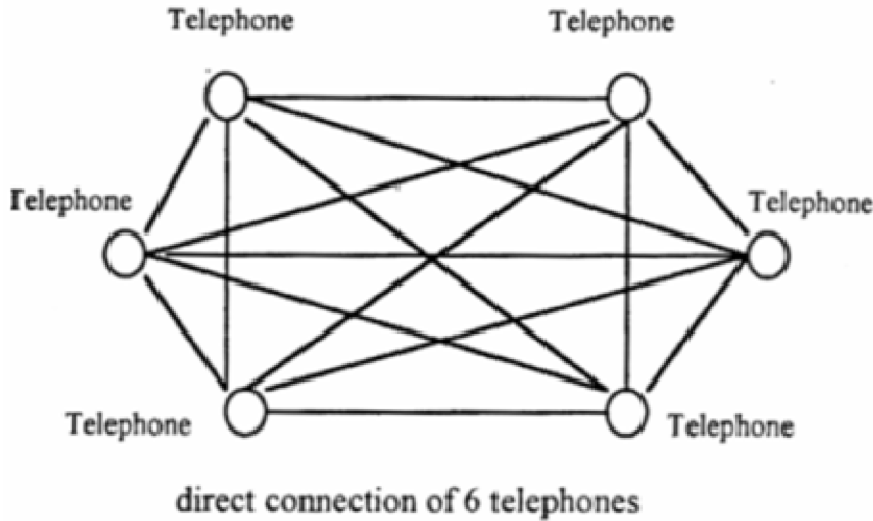
وإذا استعرضنا في عجالة تطور علم الاتصالات الهاتفية على وجه الخصوص نجد أنه عندما اخترع العالم الألماني " جراهام بل " العدة الهاتفية أمكن الاتصال بين شخصين بينهما مسافة بعيدة ولكن بشرط أن يكون هناك خط واصل بينهما كما في الشكل رقم (٤- ١)



الشكل (٤- ١) الاتصال بين شخصين

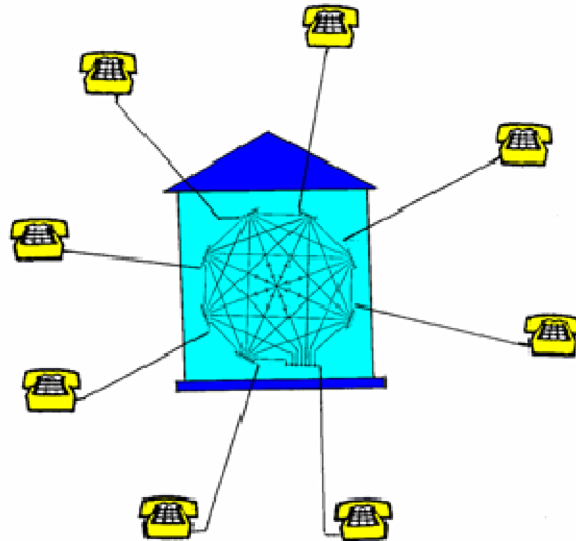
ولما كان الطلب على الخدمة الهاتفية مرتبطاً ارتباطاً وثيقاً بتقدم نواحي الحياة المختلفة فإن ذلك أدى إلى ظهور الحاجة الماسة للاتصال بين أكثر من شخصين مما أدى إلى التفكير فيما يسمى بشبكة الاتصالات ٠ في هذه الأثناء كانت شبكة الاتصالات عبارة عن خطوط منفصلة من الشخص إلى الأشخاص الآخرين المراد الاتصال بهم وهؤلاء أُطلق عليهم مشتركين في شبكة الاتصالات ٠ وكان يتعين على كل مشترك تأسيس عدد من الخطوط المنفصلة يساوي عدد المشتركين في الشبكة أو على الأقل عدد المشتركين المراد الاتصال بهم عبر الشبكة مما جعل تكاليف استخدام الهاتف مرتفعة جداً

علاوة على أنها محدودة في ذاك الوقت وبالرغم من ذلك زاد الطلب على الخدمة الهاتفية مما أدى إلى اتساع شبكات الهاتف وارتفاع تكلفتها كما في الشكل رقم (٤- ٢)



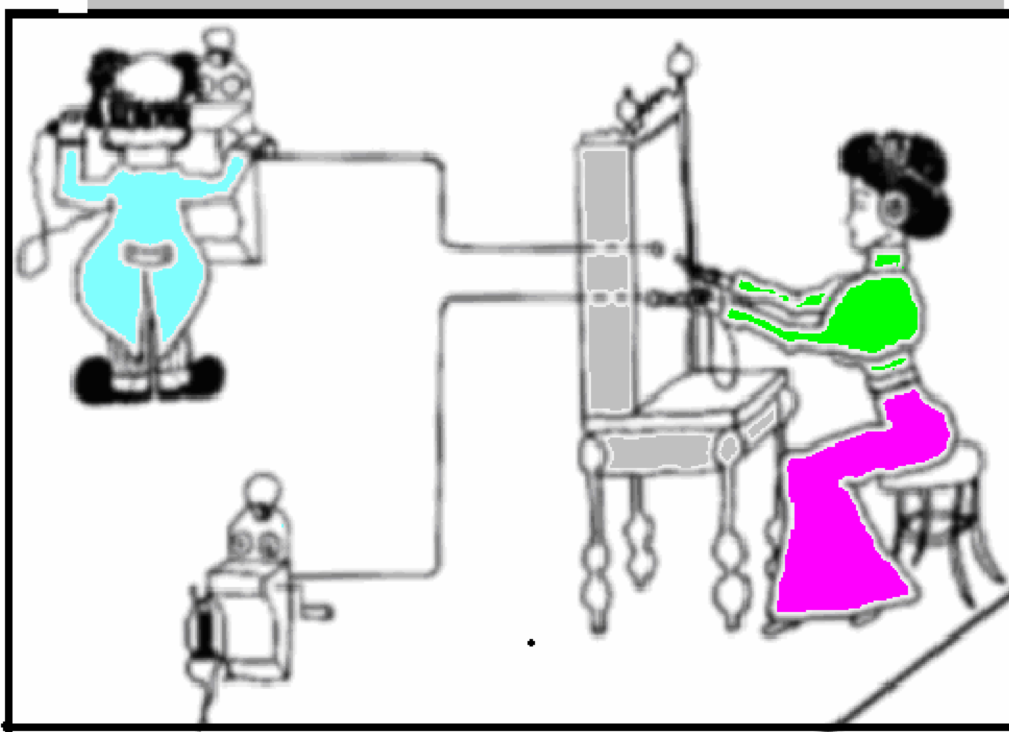
الشكل (٤- ٢) مثال لشبكة هاتفية

إلى أن جاء التفكير في ربط جميع المشتركين بغرفة مركزية تتجمع فيها جميع الخطوط على أن تتصل هذه الغرفة بكل مشترك عن طريق خط واحد مماخفض تكلفة الاشتراك في الخدمة الهاتفية على أن يتولى موظف مختص بالتوصيل بين أفراد الشبكة وكانت هذه الغرفة تتوسط المشتركين وأطلق عليها مركز الاتصال "center" ومن هنا جاءت كلمة سنترال كما في الشكل رقم (٤- ٣)



الشكل (٤- ٣) ربط جميع المشتركين بغرفه مركزيه (مركز الاتصال)

وقد بدأت فكرة المقاسم بالمقسم اليدوي (أي المقسم اليدوي) وهو أبسط المقاسم (كلمة مقسم تعني تقسيم الخدمة الهاتفية بين المشتركين) وأقدمها ويتكون من لوحة تحتوي على نقاط توصيل (جاكات) لجميع المشتركين مرتبة على الشكل مصفوفة ويتم توصيل المشترك الطالب بالمطلوب بواسطة وصلة خارجية تسمى (كُردة) . ولإتمام المكالمة من خلال هذا المقسم اليدوي نجد أن عامل تشغيل المقسم يتعرف على الشخص الطالب عن طريق لمبة بيان موجودة في لوحة التشغيل فيقوم بالرد على الطالب ويتعرف منه على المشترك المطلوب ثم يقوم بوضع الكُردة في نقطة توصيل المشترك المطلوب لإتمام المكالمة كما هو موضح في الشكل رقم (٤- ٤)

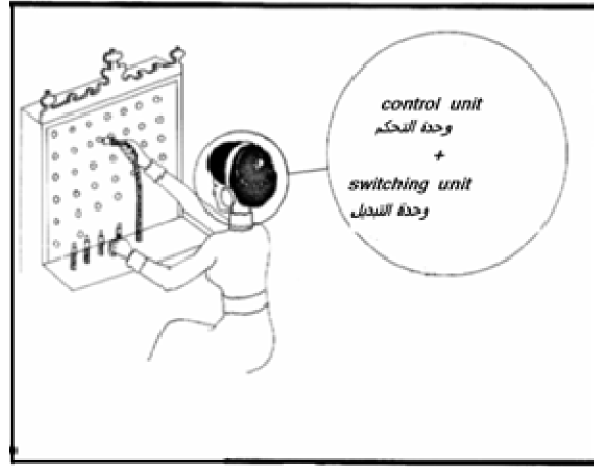


الشكل (٤- ٤) توصيل الطالب بالمطلوب عن طريق عامل المقسم اليدوي

لذلك فإننا نرى أنه كي يتمكن عامل تشغيل المقسم من توصيل المشترك الطالب بالمطلوب فإنه يتعين عليه:

١- التعرف على المشترك الطالب (عن طريق إشارة مسموعة أو لمبة بيان)
٢- التعرف على المشترك المطلوب (باستخدام العقل والحواس في تحديد مكانه على اللوحة)
٣- إمكان توصيل المشترك الطالب بالمطلوب بواسطة الكُردة(وذلك باستخدام يديه)

وبوجه عام يمكن تلخيص عمل مشغل المقسم في استخدام عقله و حواسه في التعرف على المشترك الطالب وتحديد المشترك المطلوب ثم استخدام عقله ويديه في توصيل الطالب بالمطلوب بواسطة الكُردة. و إذا تأملنا هذه الخطوات البسيطة التي يتبعها عامل تشغيل المقسم في تنفيذ مكالمة بين شخصين نرى أن هذه الخطوات هي الفكرة الأساسية التي بُنيت عليها فكرة المقاسم الهاتفية حتى يومنا هذا . وبعد ظهور المقسم اليدوي كان تطور المقاسم لمواجهة زيادة الطلب على الخدمة الهاتفية بزيادة سعة المقاسم إلى أن أصبح الإنسان غير قادر على خدمة العدد الهائل من المشتركين مما حدى إلى التفكير في محاكاة الدور الذي يقوم به موظف تشغيل المقسم آلياً . وقد أمكن محاكاة استخدام العقل والحواس في التعرف على المشترك الطالب و تحديد المطلوب باستخدام وحدة **التحكم المركزية** وأيضاً محاكاة استخدام العقل والأيدي في توصيل المشترك الطالب بالمطلوب بـ "وحدة **التبديل**" كما هو موضح في الشكل رقم (٤- ٥)



الشكل رقم (٤- ٥)فكرة تطوير المقسم اليدوي

وقد بدأت المحاكاة بطريقة بدائية إلى أن وصلت في الآونة الأخيرة إلى استخدام أحدث الحاسبات الإلكترونية وأسرعها في عمل وحدتي التحكم والتبديل في المقاسم الهاتفية.

ولما كانت الوظيفة الرئيسة للمقسم ممثلة في وظيفة وحدة التبديل فإن نوع المقسم يتحدد بطريقة تصميم وتصنيع وحدة التبديل لذلك فإن الارتقاء في تصميم و تصنيع وحدة التبديل أوجد أجيالاً عديدة من المقاسم التي بدأت بمقاسم الخطوة بخطوة ثم مقاسم القضبان المتقاطعة Cross-bar Switches وبعد ذلك ظهرت مقاسم النقاط المتقاطعة Cross-point Switches .

وإن كان العلم توقف قليلاُ عند وحدات التبديل ذات النقاط المتقاطعة Cross-point Switches إلا أن التطوير اتجه إلى تحسين أداء وحدات التبديل ذات النقاط المتقاطعة Cross-point Switches باستخدام عناصر مختلفة في تصنيع وحدات التبديل ذات النقاط المتقاطعة Cross-point Switches وكذلك في الشكل وحدة التبديل حيث تم بناء وحدة التبديل من وحدات صغيرة (تسمى مراحل) على أن يكون التوصيل بين هذه المراحل بالشكل ما وصولاً إلى أعلى إمكانية لخدمة أكبر عدد من المشتركين في آن واحد مع سهولة التصميم والتصنيع .وظهر بعد ذلك جيل المقاسم الرقمية وهذه المقاسم تستخدم التبديل الرقمي بنوعيه **المكانى والزمني** واستمر إلى يومنا هذا.

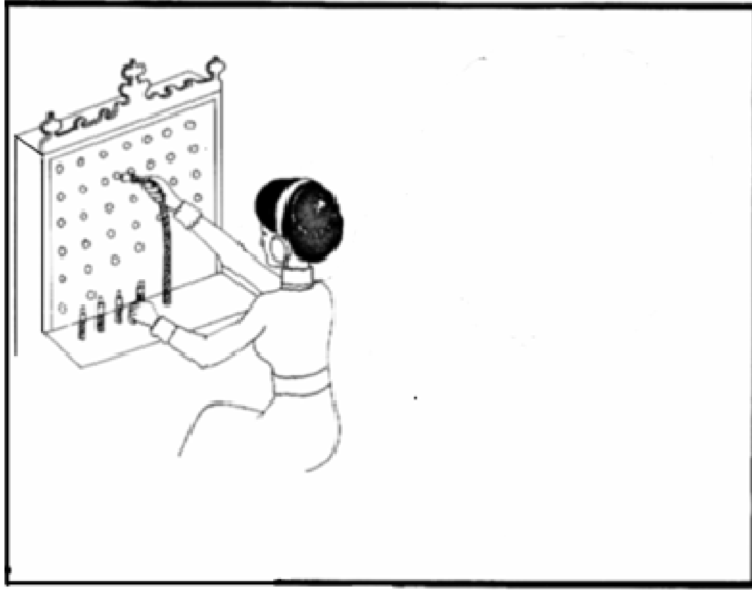
وفيمايلى سوف نستعرض نظم التبديل في عجالة على أن نركز على دراسة النظم الرقمية الحديثة بشيء من التفصيل

تطور وحدات التبديل:

ذكرنا أن العمل الأساسي لوحدة التبديل هو توصيل المشترك الطالب بالمطلوب لعمل مكالمة هاتفية ثم بعد ذلك فصلهما بعد انتهاء المكالمة بينهما لذلك نرى أنه :

١- في المقاسم اليدوية

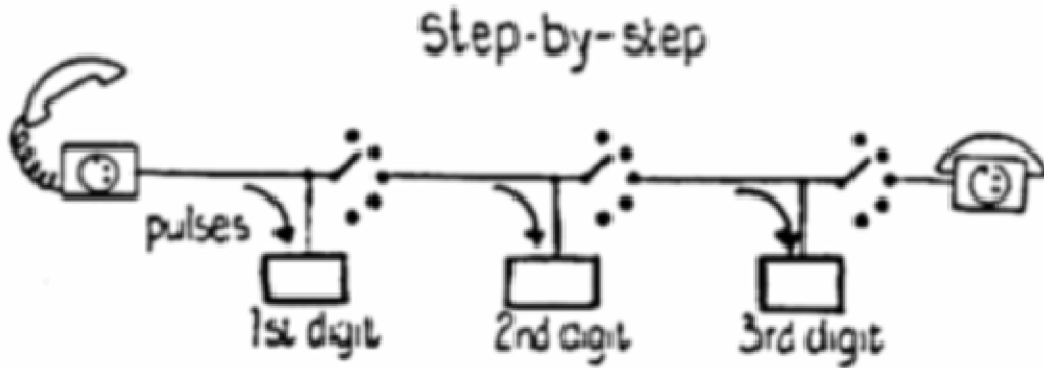
كان يتم توصيل المشترك الطالب بالمطلوب وفصلهما يدوياَ بواسطة عامل المقسم كما في الشكل التالي رقم(٤- ٧)



الشكل (٤- ٦) توصيل الطالب بالمطلوب وفصلهما يدوياً بواسطة عامل المقسم

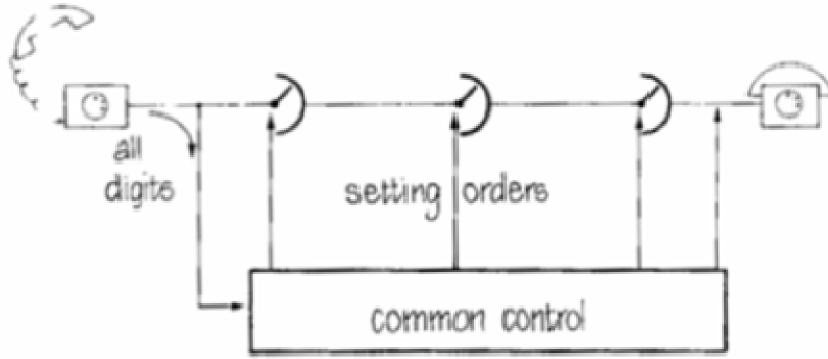
٢- **مقاسم الخطوة فالخطوة** step-by-step switches

كان يتم توصيل المشترك الطالب بالمطلوب وفصلهما عن طريق مجموعة من المنتخبات selectors التي تعتمد في عملها على عدد النبضات التي تستقبلها من المشترك عن طريق العدة الهاتفية. حيث إن كل نبضة تعمل على انتقال المنتخب من نقطة إلى أخرى كما في الشكل التالي رقم (٤- ٧)



الشكل (٤- ٧) مقسم الخطوة فالخطوة

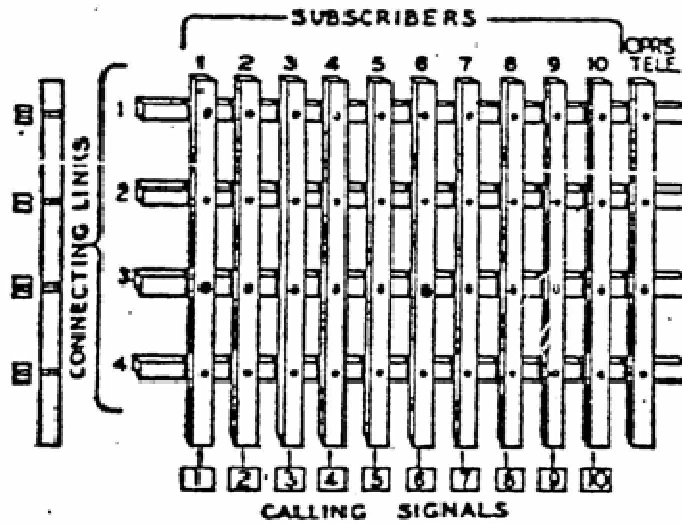
وبتطور هذا النوع من المقاسم ظهرت وحدة التحكم المركزية التي تستقبل الأرقام من المشترك ثم ترسلها بعد ذلك إلى المنتخبات كما في الشكل التالي رقم (٤- ٨):



الشكل (٤- ٨)ظهور وحدة التحكم المركزية في مقسم الخطوة فالخطوة

٣- مقاسم القضبان المتقاطعةCross-bar Switches

في هذه المقاسم بدأت هيمنة وحدة التحكم في إتمام المكالمة إلى جانب وحدة التبديل . حيث إن وحدة التبديل عبارة عن مصفوفة من القضبان المتقاطعة الرأسية و الأفقية كما في الشكل رقم(٤- ٩)



الشكل (٤- ٩)وحدة التبديل في مقاسم القضبان المتقاطعة

وفي مصفوفة القضبان المتقاطعة يكون هناك أطراف للدخول يوصل عليها المشتركون الطالبون وأطراف للخروج يوصل عليها المشتركون المطلوبون. وعند إجراء مكالمة فإن وحدة التحكم الرئيسة تقوم بتوصيل المشترك الطالب على أحد أطراف الدخول و توصيل المشترك المطلوب على أحد أطراف الخروج . وعند تعيين القضيب الأفقي (الخاص بالمشترك الطالب) فإنه يتم جذبه إلى حافظة المرحلات المتحكمة . وعند تعيين القضيب الرأسي (الخاص بالمشترك المطلوب) فإنه يتم جذبه إلى حافظة المرحلات المتحكمة . وبانجذاب كل من القضيبين الأفقي والرأسي في نفس الوقت يحدث توصيل بين كل من القضيب الأفقي و الرأسي وبذلك يتم توصيل الطالب بالمطلوب .

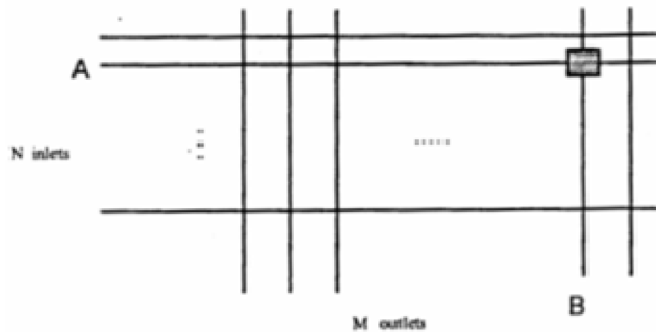
مماسبق نرى أن القضيب الأفقي والرأسي معاً يخدمان مكالمة واحدة فقط لهذا السبب نجد أن عدد المكالمات التي يمكن إجراؤها في نفس الوقت صغير بالقياس إلى سعة وحدة التبديل ويكون صغيراً جداً بالنسبة إلى سعة المقسم الكلية مما جعل ذلك أهم عيوب المقاسم ذات القضبان المتقاطعة

٤- مقاسم النقاط المتقاطعة Cross points Switches

هذا النوع من المقاسم يتكون من وحدة تحكم رئيسة ووحدة تبديل كما في النوع السابق إلا أنه قد حدث تطور في وحدة التبديل فأصبح التوصيل بين الطالب و المطلوب يتم عن طريق عنصر كهربي يوضع في التقاء الخط الأفقي مع الخط الرأسي وبذلك أمكن استخدام الخط الأفقي لخدمة أكثر من مشترك واستخدام الخط الرأسي لخدمة أكثر من مشترك وبهذا يكون زاد عدد المكالمات التي يمكن تحقيقها في نفس الوقت لوحدة تبديل لها نفس السعة السابقة وبالتالي يكون زاد عدد المكالمات التي يمكن تحقيقها على مستوى مقسم له نفس السعة.

وبعد أن لمسنا مميزات وحدة التبديل ذات النقاط المتقاطعة Cross points Switches عن مثيلتها ذات القضبان المتقاطعة فإننا سنقوم باستعراض مراحل تطور وحدة التبديل من نوع Cross points للحصول على أعلى معدل مكالمات مع بساطة التصميم وسهولة التصنيع لمثل هذه الوحدات.
ولنأخذ مثالاً لوحدة تبديل تخدم ١٠٠ مشترك لنتتبع خطوات تطوير هذه الوحدة لتعطي أعلى معدل مكالمات وأقل عدد من العناصر المستخدمة في تصنيعها لنرى أن:

أولاً: وحدة التبديل ذات المرحلة الواحدة Single Stage Switching Unit
وهى عبارة عن وحدة تبديل مستطيلة الشكل تحتوي على N من أطراف الدخل و M من أطراف الخرج وبالتالي فإن هذه الوحدة تحتوي على MxN من نقاط التقاطع كما في الشكل (٤- ١٠)



الشكل (٤- ١٠) وحدة التبديل ذات المرحلة الواحدة في مقاسم النقاط المتقاطعة

وكما بينا فيما سبق لو اعتبرنا أن عدد المشتركين ١٠٠ في كل من الدخل والخرج أي أن

N=M=100 فإن هذه الوحدة تخدم ١٠٠ مشترك في آن واحد ويكون

Number of Cross- Points used = NxM Cross-Points
= 100 x 100 cp
= 10000 cp

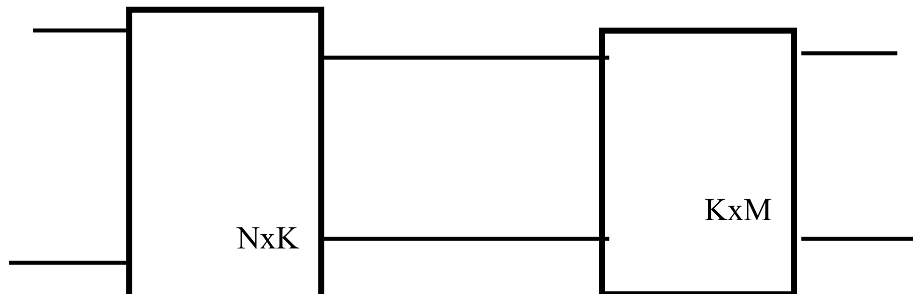
أي أن هذه الوحدة تحتوي على 10000 عنصر تبديل لخدمة ١٠٠ دائرة توصيل وهذا العدد كبير جداً بالنسبة لعدد دوائر التوصيل بالإضافة إلى أن تصنيع وصيانة هذه الوحدة يكون معقداً جداً إن لم يكن شبه مستحيل . لذلك بدأ التفكير في تقليل عدد نقاط التقاطع cross-points مع الأخذ في الاعتبار ظروف الانسداد داخل وحدة التبديل.

وفي وحدة التبديل ذات المرحلة الواحدة نجد أن نقاط التقاطع كثيرة جداً كما أن توصيل الطالب بالمطلوب يتم مباشرة من خلال نقطة تقاطع واحدة ولهذا فإنه إذا فشلت نقطة التقاطع المعينة في التوصيل فإنه لن يمكن توصيل الطالب بالمطلوب المرتبطين بهذه النقطة أو بمعنى آخر أن لكل طالب ومطلوب احتمال واحد للتوصيل فقط وذلك عكس وحدات التبديل متعددة المراحل فإن توصيل الطالب بالمطلوب يكون له أكثر من مسار بحيث إذا فشل أحد المسارات في التوصيل فإن أحد المسارات الأخرى قد ينجح . لذلك فإن استخدام وحدة تبديل متعددة المراحل يقلل عدد نقاط التقاطع المستخدمة كما إنه يقلل احتمال انسداد المسارات داخل وحدة التبديل .

ثانياً: وحدة التبديل المتعددة المراحل **Multi Stages Switching Unit**

١ – وحدة ذات المرحلتين **Two Stages Switching Unit**

فى هذه الحالة يتم تقسيم المصفوفة إلى مصفوفتين أصغر وكما في المثال السابق تكون كل مصفوفة MxK حيث إن K<N . فإذا أخذنا M=N=100 ,K=25 يكون كما في الشكل (٤- ١١) :



الشكل (٤- ١١) وحدة التبديل المتعددة المراحل في مقاسم النقاط المتقاطعة

وإذا اعتبرنا :

N=M 100 , K=25

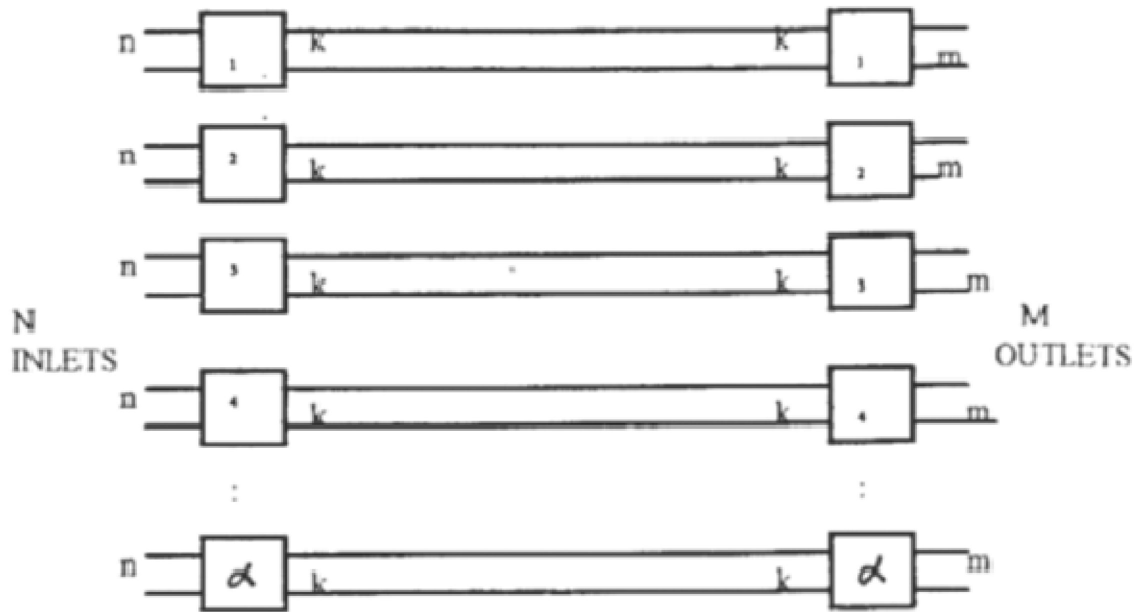
Number of cross points = number of cross points in inlet + number of cross points in outlet

= 100 x 25 + 100 x 25 cp
= 5000 cp

في هذه الحالة تم تخفيض عدد نقاط التقاطع إلى ٥٠٠٠ أي بنسبة ٥٠٪ ولكن في المقابل ظهر عيب هو قلة عدد دوائر التوصيل في هذا المثال ٢٥ دائرة فقط و بالتالي فإنه لايمكن تحقيق أكثر من ٢٥ مكالمة في آن واحد.

١- تقسيم أطراف الدخل و الخرج إلى مجموعات Vertical and horizontal Partitioning

فى هذةالحالة يتم تقسيم كل من أطراف الدخل و أطراف الخرج إلى مجموعات أي تكوين وحدة التبديل من وحدات صغيرة وذلك لتقليل عدد عناصر التبديل وزيادة عدد المسارات البديلة كما بالشكل التالي رقم (٤- ١٢)



الشكل (٤- ١٢) تقسيم أطراف الدخل و الخرج إلى مجموعات

فى هذه الحالة يتم تقسيم أطراف الدخل وعددها N إلى مجموعات عددها α وكل مجموعة تحتوي على n- inlet , k-outlet

فى هذه الحالة يتم تقسيم أطراف الخرج وعددها M إلى مجموعات عددها α وكل مجموعة تحتوي على m- inlet , k1-outlet

فإذا كان

, M= 100   N= 100

, m= 20   N= 20

, k1 =5   K = 5

α =(M/m)=5 α =(N/n)=5

number of cross-points = α x nxk + α x mxk1 cp

= α x k (n+m) cp

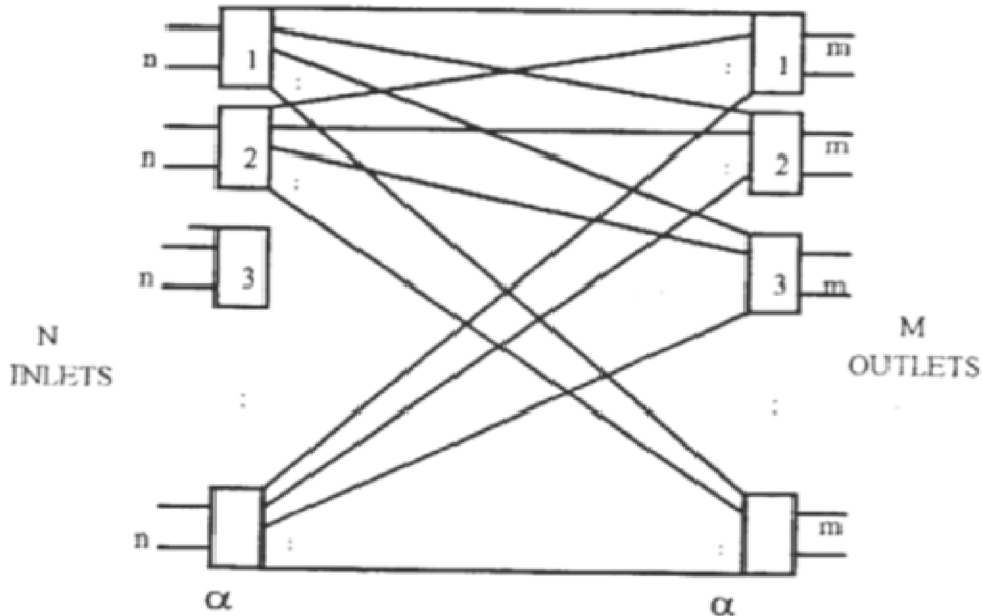
= 5x5(20+20) cp

= 1000 cp

فى هذه الحالة تم تقليل عدد نقاط التقاطع إلى cp 1000 أي بنسبة 90% ولكن ظهرت عيوب هـــامة منها:

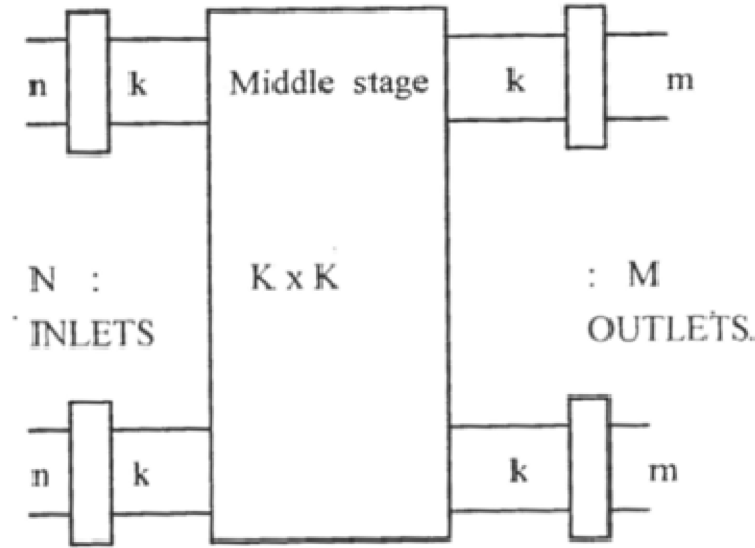
١- لايمكن الاتصال من مجموعة إلى أخرى وهذا ما يسمى الانسداد الكلي داخل المقسم (أي أن كل مجموعة في الدخل لايمكنها الاتصال إلا بمجموعة واحدة مناظرة لها في الخرج)

٢- عدد المكالمات التي يمكن تحقيقها داخل المجموعة صغير جداً لذلك فقد تم التغلب على هذه المشاكل بتوصيل المجموعات بالطريقة المبينة بالشكل التالي رقم (٤- ١٣)



الشكل رقم (٤- ١٣)التغلب على مشاكل الانسداد داخل المقسم

فى هذا الشكل تم التغلب على الانسداد الكلي ولكن أصبح لا يمكن عمل أكثر من مكالمة واحدة من أي مجموعة إلى الأخرى . ثم تم التغلب على ذلك بإضافة مرحلة متوسطة من نقاط التقاطع كما في الشكل رقم (٤- ١٤)



الشكل رقم (٤- ١٤)إضافة مرحله متوسطةمن نقاط التقاطع للتغلب على الانسداد الكلى

فى هذا الشكل عدد نقاط التقاطع يكون:

$$N^{o}\text{of Cross-points} = \alpha \times n \times k + \alpha \times k \times m + k \times k$$
$$= \alpha \times k(n+m) + k^2$$
$$= 5 \times 5(20+20) + (25)^2 \quad cp$$
$$= 1625 \quad cp$$

وبهذا أمكن تحقيق أقل عدد من نقاط التقاطع وأكبر عدد من المسارات البديلة مع تحقيق أكبر عدد من المكالمات في آنٍ واحد. وإن كانت هذه الوحدة ذات المراحل الثلاث مراحل قد أثبتت فيما بعد عجزها عن مواكبة التطور السريع في مجال المقاسم الهاتفية فقد تم تصنيع وحدة تبديل على غرارها تتكون من ثلاث مراحل وكل مرحلة مكونة من ثلاث مراحل لرفع كفاءة المقاسم ثم تلا ذلك وحدات التبديل ذات المراحل الخمس وهي ما لا يسع المجال إلى شرحها بالتفصيل. وعند ذلك جاء الجيل التالي من المقاسم وهي المقاسم الرقمية والذى سوف نتناوله بشيء من التفصيل فيما بعد.

التبديل الرقمي Digital Switching

أساسيات التعديل بالتشفير النبضي Fundamentals of PCM

نظرية العينات : Sampling theorem

تستخدم نظرية العينات لتحديد المعدل الأدنى الذي به يمكن أخذ عينات من الإشارة التماثلية بدون ضياع المعلومة عند فض التعديل للإشارة الأصلية.

تردد أخذ العينات f_A يجب أن يكون أكبر من أو يساوي ضعف أعلى تردد للإشارة الأصلية f_S :

$$f_A \geq f_s$$

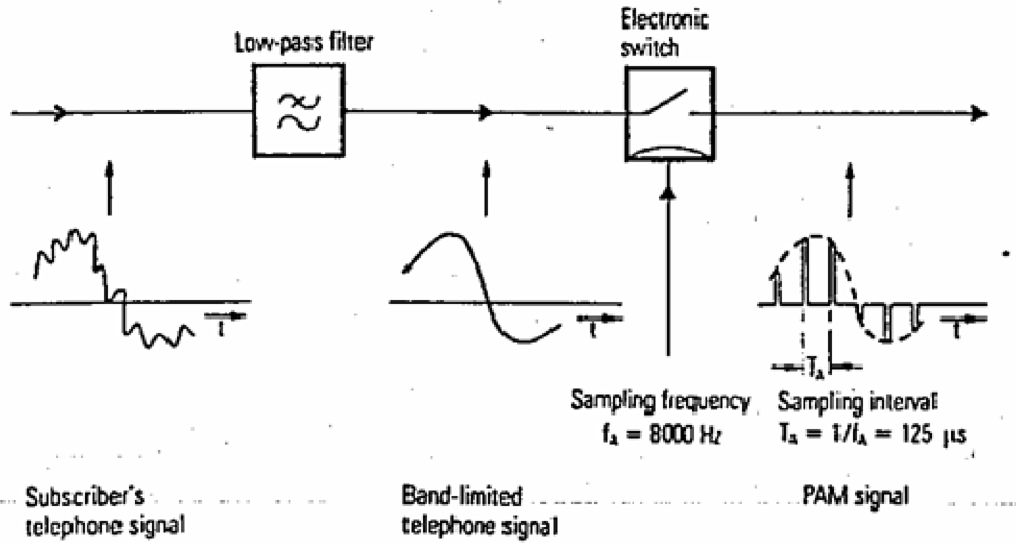
التحويل من التماثلي إلى الرقمي :

أخذ العينات :

تم إقرار تردد أخذ العينات f_A Sampling frequency دولياً بحيث يكون مساوياً للقيمة ٨٠٠٠ هيرتز و ذلك للتعامل مع النطاق الترددي السمعي المستخدم في الاتصالات الهاتفية و هو يبدأ من ٣٠٠ هيرتز إلى ٣٤٠٠ هيرتز ، أي فيما معناه أن الإشارة الهاتفية تم أخذ عينات منها ٨٠٠٠ مرة لكل ثانية . و قد تم حساب الفترة الزمنية بين عينتين متتاليتين من نفس الإشارة الهاتفية (فترة أخذ العينة = T_A) كما يلي :

$$T_A = \frac{1}{f_A} = \frac{1}{8000Hz} = 125\mu s$$

الشكل (٤- ١٥) يوضح كيف تم دفع الإشارة الهاتفية خلال مرشح إمرار منخفض low pass filter إلى مفتاح إلكتروني electronic switch . يقوم مرشح الإمرار المنخفض بتحديد النطاق الترددي المُرسل ، حيث يقوم بمنع الترددات الأعلى من نصف تردد أخذ العينات . يتم تشغيل المفتاح الإلكتروني بتردد أخذ العينات ٨٠٠٠ هيرتز ، سامحاً لعينات من الإشارة الهاتفية بالمرور مرة كل ١٢٥ ميكروثانية . و بالتالي نحصل عند خرج المفتاح الإلكتروني على نبضات معدلة الاتساع و التي تسمى بإشارة PAM .



الشكل (٤- ١٥) يوضح كيفية توليد إشارة PAM

التكمية Quantization

مازالت الإشارة PAM تمثل الإشارة الهاتفية في الشكل التماثلي. و عينات هذه الإشارة لابد من معالجتها إلى الصورة الرقمية البسيطة و السهلة، و لذا فإن أول مرحلة في عملية التحويل إلى الشكل الرقمي هي مرحلة التكمية (التشريح) Quantization .حيث يتم تقسيم المدى الأعلى لقيم الاتساعات الممكنة

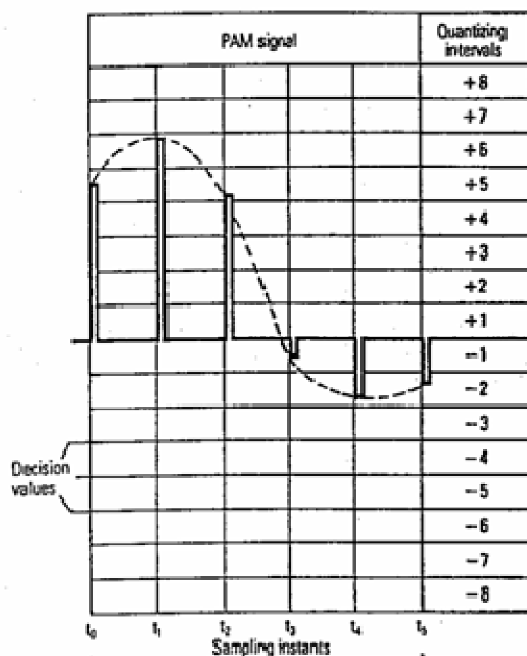
تعديل (تضمين) السعه النبضى PAM) إلى مستويات تكمية Quantizing intervals .

و مبدأ التكمية موضح بالشكل (٤- ١٦) .و لتبسيط الشرح سوف نكتفي باختيار ١٦ مستوى للتكمية . ويتم ترقيم مستويات التكمية من +١ إلى +٨ في المدى الموجب من الإشارة الهاتفية و من –١ إلى –٨ في المدى السالب .

يتم تحديد مستوى التكمية المناسب لكل عينة . وتقوم قيم القرار decision values بتعريف الحدود بين مستويات التكمية المتجاورة . في جانب الإرسال ، لذا إذا سقطت قيم تماثلية مختلفة و عديدة خلال نفس المستوى التكمي ، ففي جانب الاستقبال يتم كشف قيمة إشارة واحدة المناظرة إلى نقطة الوسط للمستوى التكمي ، لكل مستوى تكمي .

و هذا يسبب حدوث تناقضات (اختلافات) صغيرة بين عينات إشارة الهاتف الأصلية في طرف الإرسال والقيم المكشوفة في طرف الاستقبال. و الاختلاف لكل عينة يمكن أن يكون حتى نصف مستوى

التكمية . و تشويه التكمية Quantizing distortion و الذي لربما يظهر على جانب الاستقبال كنتيجة لهذه القائمة نفسها كضوضاء متراكبة على الإشارة المفيدة . و يقل تشويه التكمية كلما زاد عدد مستويات التكمية . فإذا تم جعل مستويات التكمية صغيرة بدرجة كافية فإن التشويه سوف يكون قليلاً و الضوضاء لا يمكن إدراكها .



الشكل (٤- ١٦) يوضح التكمية المنتظمة uniform Quantizing لعينات إشارة الهاتف التماثلية .

إذا تم استخدام مستويات تكمية كبيرة و متساوية على المدى الكلي للاتساعات، فإنه سيحدث اختلافات discrepancies في حالة اتساعات الإشارة الصغيرة **التكمية المنتظمة** ، انظر الشكل (٤- ١٦)، هذه الاختلافات ربما تكون من نفس أمر الاتساع كما هو للإشارات نفسها و نسبة ضوضاء الإشارة إلى التكمية لا تستطيع أن تكون كبيرة بدرجة كافية . لهذا السبب يتم استخدام ٢٥٦ مستوى تكمية غير منتظم عملياً (التكمية غير المنتظمة ، انظر الشكل (٤- ١٧)) :

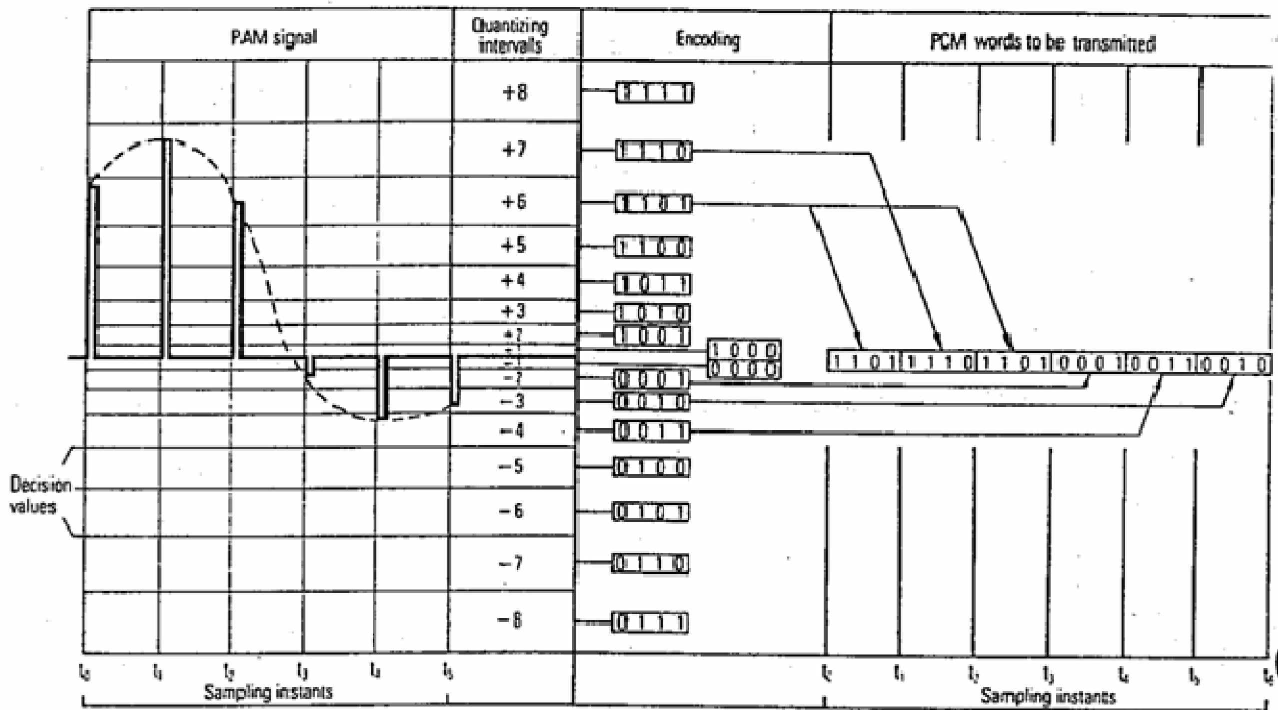
- مستويات صغيرة للتكمية للقيم الأدنى للإشارة
- مستويات كبيرة للتكمية للقيم الأعلى للإشارة

و بالتالي تكون نسبة إشارة الدخل إلى التناقض (الاختلاف) الحادث نتيجة التكمية تقريباً هي نفسها لجميع قيم إشارة الدخل.

تم توصيف التكمية غير المنتظمة بمساعدة المميزات . و قد لخصت اللجنة الدولية الاستشارية للتلغراف و التليفون CCITT مميزتين من مؤتمر G.711 كما يلي :

أ) ١٣ مميز قطاعي " 13 segment characteristic " (A – Law ، و ذلك لنظام التراسل سعة ٣٠ قناة PCM30 العامل في القارة الأوروبية)

ب) ١٥ مميز قطاعي " 15 segment characteristic " (μ - Law) ، و ذلك لنظام التراسل سعة ٢٤ قناة PCM24 العامل في الولايات المتحدة الأمريكية)



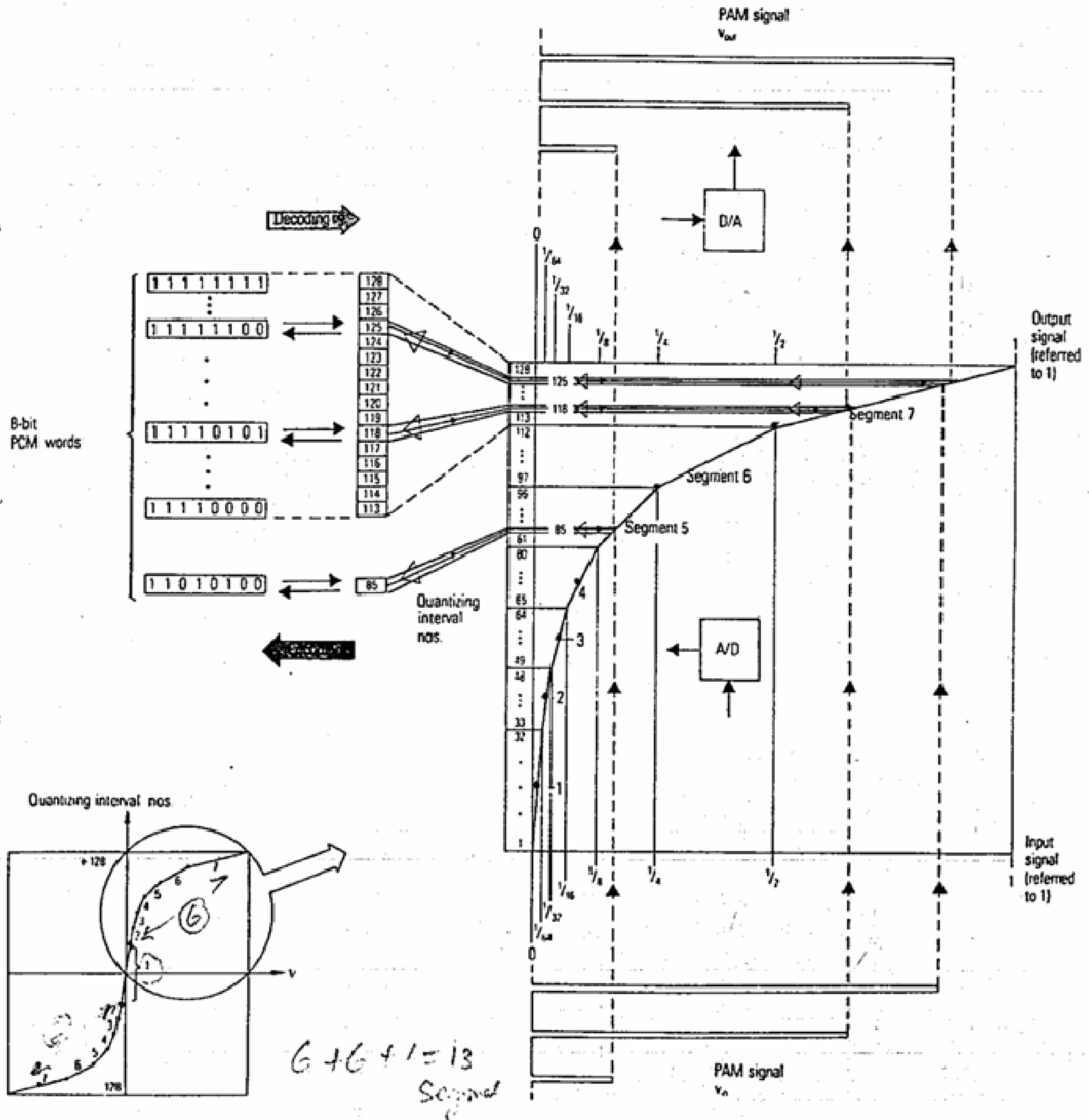
الشكل (٤- ١٧) التكمية غير المنتظمة متبوعة بعملية التشفير (الترميز)

الشكل (٤- ١٨) يوضح " ١٣ مميزاً قطاعياً " (A-law) . و هو يتكون من سبعة قطاعات في المدى الموجب و سبعة قطاعات في المدى السالب . و القطاعان المحدودان عند الصفر يتحدان أو يتراكبان لتكوين قطاع خطي مفرد . و هذا يعطي مميزاً بمجموع ١٣ قطاع (و بالتالي اكتسب اسم " ١٣ مميزاً قطاعياً ").

الشكل (٤- ١٩) يوضح تكبيراً للجزء الموجب من " ١٣ مميزاً قطاعياً " . الإحداثي السيني أو الأفقي يستخدم القيمة ١ كقيمة إسنادية reference ، و هذا يعطي تخصيص القيم لأعلى اتساع للإشارة . و المحور الرأسي يعطي أرقام مستويات التكمية (من ١ إلى ١٢٨) لاتساعات الإشارة الموجبة. ويمكن تحديد محل مستويات التكمية لاتساعات إشارة الدخل V_{in} بوضوح حيث يتم تكمية اتساعات الإشارة الأعلى باستخدام التدريج العادي coarse و اتساعات الإشارة الأدنى باستخدام التدريج الدقيق fine . اتساعات إشارة الدخل V_{in} موضحة على المحور الأفقي .

التشفير (الترميز) **Encoding** :

لإتمام عملية إرسال الإشارة المعدلة بالتشفير النبضي PCM لابد من تعريف مستويات التكمية شفرياً . يقوم المشّفر الإلكتروني بوضع تشكيلة مختلفة لثمانية أرقام ثنائية 8-bits لكل عينة منفردة ، و هي تعبر عن كلمة **PCM** المرافقة مع مستوى التكمية المحدد (انظر الشكل ٤- ١٦) . يوضح السهم الأحمر في الشكل (٤- ١٨) كلمات PCM لاتساعات الإشارة منفردة (عينات). تستخدم شفرة مكونة من ثمانية أرقام ثنائية لعدد ١٢٨ مستوى تكمية موجبة و ١٢٨ مستوى تكمية سالبة (١٢٨+١٢٨=٢٥٦= ٢^٨) : و بالتالي تكون كلمات PCM لها ٨ أرقام ثنائية . الرقم الثنائي (bit) الأول لكل كلمات PCM يستخدم لمستويات التكمية الموجبة هو " 1 " ، الرقم الثنائي (bit) الأول لكل كلمات PCM يستخدم لمستويات التكمية السالبة هو " 0 " . الأرقام الثنائية التالية ٢ ، ٤، ٦، ٨ في كل الأرقام الثمانية الثنائية لكلمة PCM ويتم عكسها إلى التراسل كما هو مطابق لتوصيات اللجنة الدولية الاستشارية للتلغراف و التليفون CCITT من المؤتمرين G.711 و G.732 .



الشكل (٤- ١٨) يوضح الجزء الموجب لـ ١٣ مميزاً قطاعياً ، (A-Law)

الشكل (4-19)تكبير للجزء الموجب من ١٣ مميزاً قطاعياً

التعدد **Multiplexing** :

كلمات الـ PCM المتكونة من ثمانية أرقام ثنائية 8-bits لعدد من الإشارات الهاتفية يمكن إرسالها على التعاقب على دورات مكررة : فمثلاً كلمة PCM لإشارة هاتفية يتم متابعتها بواسطة كلمات PCM لجميع الإشارات الهاتفية الأخرى مرتبة تتابعياً . و هذا يولد إشارة تعدد بالتقسيم الزمني للتعديل بالتشفير النبضي PCM-TDM .

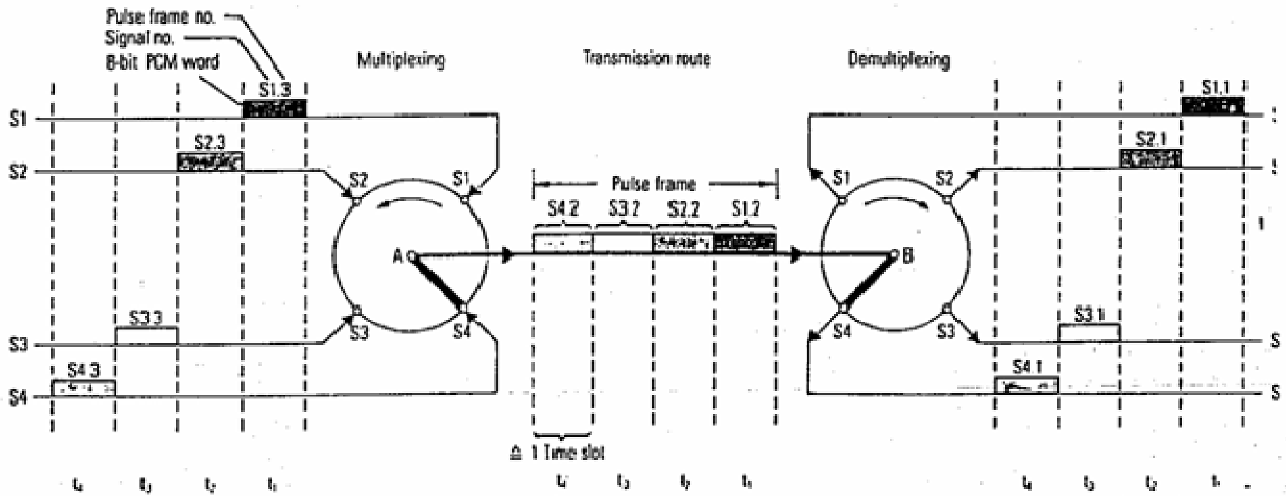
و قد تم تنفيذ العمليات الموجودة في موضوع التعدد إلكترونياً . الشكل (٤- ٢٠) يوضح المبدأ المحتوى الذي يستخدم أربع إشارات دخل تم أخذ عينات منها على التعاقب بواسطة المفتاح A . و يتحرك المفتاح A من أحد المخارج إلى المخرج التالي ، و يتزامن synchronous مع سلسلة الكلمات PCM الآتية . و من ثم تتاح إشارة تعدد بالتقسيم الزمني للتعديل بالتشفير النبضي PCM-TDM عند خرج المفتاح A . الفترة الزمنية time interval التي خلالها يتم إرسال كلمة PCM تعرف على أنها " شريحة زمنية TIME SLOT .

سلسلة الأرقام الثنائية bit train المحتوية في كلمة PCM من كل إشارة دخل تعرف باسم " الإطار النبضي pulse frame . في المثال الموضح بالشكل (٢٢) يتكون الإطار النبضي من أربع كلمات PCM متتالية ، أحد كلمات PCM تكون من كل إشارات الدخل S_1 إلى S_4 . في نظم التراسل PCM30 يتكون الإطار النبضي من ٣٢ كلمة PCM .

التحويل من الرقمي إلى التماثلي :

فك التعدد **De-multiplexing** :

على جانب الاستقبال يتم كشف إشارات PCM من إشارة التعدد بالتقسيم الزمني ، و يتم توزيع كلمات PCM المتكونة من ثمانية أرقام ثنائية 8-bits إلى المخارج المناسبة لها . و كما هو في عملية التعدد في جانب الإرسال ، يتم التحكم في عمليات فض التعدد بالكامل إلكترونيا . الشكل (٤- ٢٠) يوضح مبدأ استخدام المفتاح B ، المتزامن مع المفتاح A حيث يقوم بتوزيع كلمات PCM إلى المخارج الأربعة.



الشكل (٤- ٢٠) مبدأ التعدد و فض التعادد

فك التشفير Decoding :

في جانب الاستقبال يتم وضع اتساع الإشارة V_{out} لكل كلمة PCM متكونة من ثمانية أرقام ثنائية . و هذا يناظر النقطة الوسطية لمستوى تكمية معين . و يكون المميز لعملية فض التشفير هو نفسه المستخدم في التشفير غير المنتظم في جانب الإرسال .

و يلاحظ أن اتساعات الإشارة V_{out} موضحة على المحور الأفقي عند قمة الشكل (٤- ١٨) . الأسهم الزرقاء في الشكل توضح اتساعات الإشارة V_{out} و التي توضع إلى كلمات PCM . يتم فك تشفير كلمات PCM بالدرجة التي يجب استقبالها بها وتحويلها إلى إشارة PAM . و في النهاية تدفع إشارة PAM إلى مرشح الإمرار المنخفض ، حيث يعاد إنتاج إشارة الهاتف التماثلية الأصلية .

ملخص الوظائف :

جانب الإرسال :

- تحديد النطاق الترددي السمعي للإشارة الهاتفية بواسطة مرشح الإمرار المنخفض
- أخذ عينات من إشارة الهاتف ، و يكون الناتج عينات تقوم بتكوين إشارة تعديل(تضمين) الاتساع النبضي PAM .- تحديد مستويات التكمية لاتساع كل عينة
- تشفير كل عينة طبقاً لاتساعها ، و ذلك بالأرقام الثنائية لتكوين كلمة PCM المتكونة من ثمانية أرقام ثنائية .
- تنفيذ التعدد لإشارات PCM

جانب الاستقبال :

- فك التعادد للإشارة ذات التعدد بالتقسيم الزمني للتعديل بالتشفير النبضي PCM-TDM ، حيث يتم توزيع كلمات PCM للإشارات الهاتفية إلى الخطوط على التتابع .
- فك شفرة كلمات PCM للإشارة .
- يعاد إنتاج إشارة الهاتف التماثلية الأصلية من إشارة PAM بمساعدة مرشح الإمرار المنخفض

التبديل الرقمي Digital Switching

بعد أن عرفنا أن كلمة رقمي تعني تحويل الإشارة إلى صورة ثنائية تمثل بالصفر والواحد(1, 0) وذلك بعد إجراء العمليات التي شرحناها فيما سبق لتحويل الإشارة التماثلية إلى رقمية . وهنا أصبحت جميع الإشارات (الصوتية و إشارات التحكم) ممثلة في وحدات ثنائية Binary Bits.

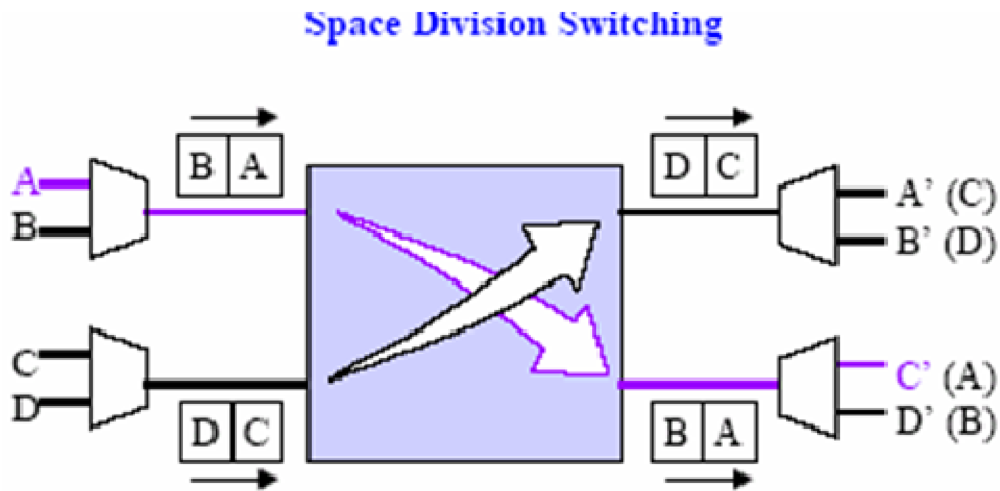
ولإجراء التبديل بهذه الصورة يتم توفير شريحة زمنية time slot لكل من الطالب والمطلوب وهذه الشريحة الزمنية ثابتة كماذكرنا تساوي ١٢٥ ملي ثانية. ويكون العمل الرئيس لوحدة التبديل في هذه الحالة هو اختيار مسار مؤقت لتوصيل الشريحة الزمنية الخاصة بالطالب بالشريحة الزمنية الخاصة بالمطلوب ثم إلغاء هذا المسار بعد انتهاء المكالمة.

فإذا اخترنا الشريحة الزمنية time slot ولتكن رقم t_5 للمشترك الطالب و اخترنا الشريحة الزمنية time slot ولتكن رقم t_{18} للمشترك المطلوب فإنه يتعين على وحدة التبديل اختيار مسار من t_5 إلى t_{18} ومسار آخر من t_{18} إلى t_5 .

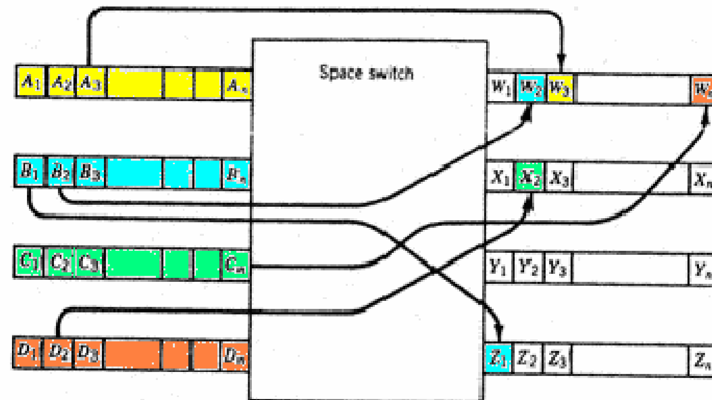
من هذا نرى أن التبديل الرقمي هو إعادة ترتيب المعلومات المشفرة المأخوذة في شريحة زمنية عند خروجها من وحدة التبديل لحق توصيل الطالب بالمطلوب و قد استخدم نظامان لهذا التبديل :

١- التبديل باستخدام التقسيم المكاني Space Switching

فى هذا النوع يتم استقبال الإشارة من المشتركين على هيئة شفرة في شريحة زمنية محددة لكل مشترك ويتم خروج هذه المعلومة بنفس الترتيب في نفس الشريحة الزمنية المحددة ولكن مع تغيير مسار هذه الشفرة أو بمعنى آخر يتم الاحتفاظ بترتيب المعلومات المشفرة ولكن يتغير اتجاهها وهو ما أطلق عليه space switching كما هو موضح بالشكل التالي رقم (٤- ٢١ أ و ب):



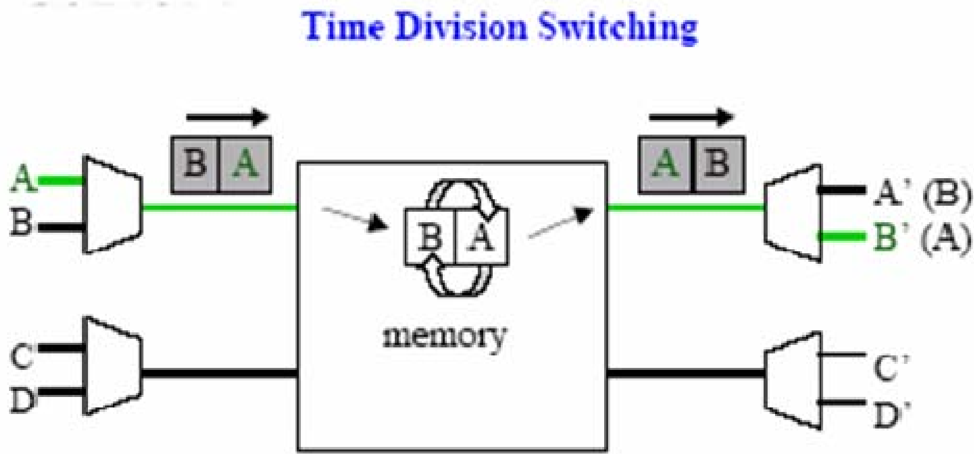
الشكل رقم (٤- ٢١- أ)التبديل باستخدام التقسيم الفراغي



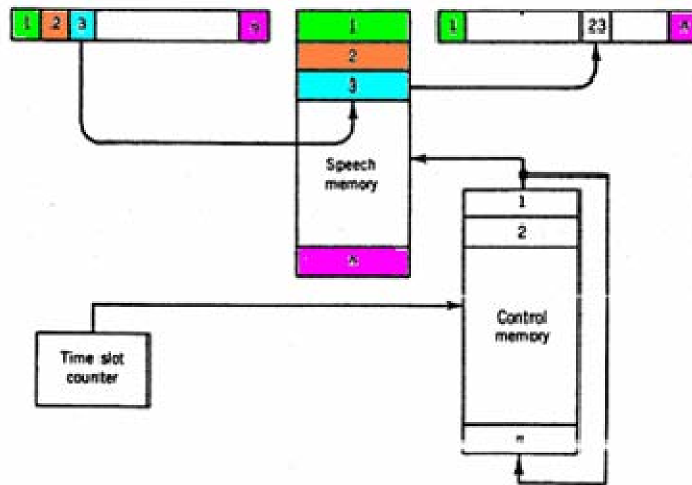
الشكل رقم (٤- ٢١ ب) التبديل باستخدام التقسيم الفراغي

٢- التبديل بالتقسيم الزمني time switching

في هذا النوع يتم التبديل عن طريق الاحتفاظ بترتيب الشريحة الزمنية في كل من الدخل و الخرج مع تغيير محتوياتها. أي أن دخول الشفرات المستقبلة من المشتركين يكون بالترتيب ولكن خروجها من وحدة التبديل يكون بترتيب آخر كما في الشكل(٤- ٢٢ أ و ب) .



الشكل(٤- ٢٢ – أ) التبديل باستخدام التقسيم الزمني



الشكل(٤- ٢٢ – ب) التبديل باستخدام التقسيم الزمني

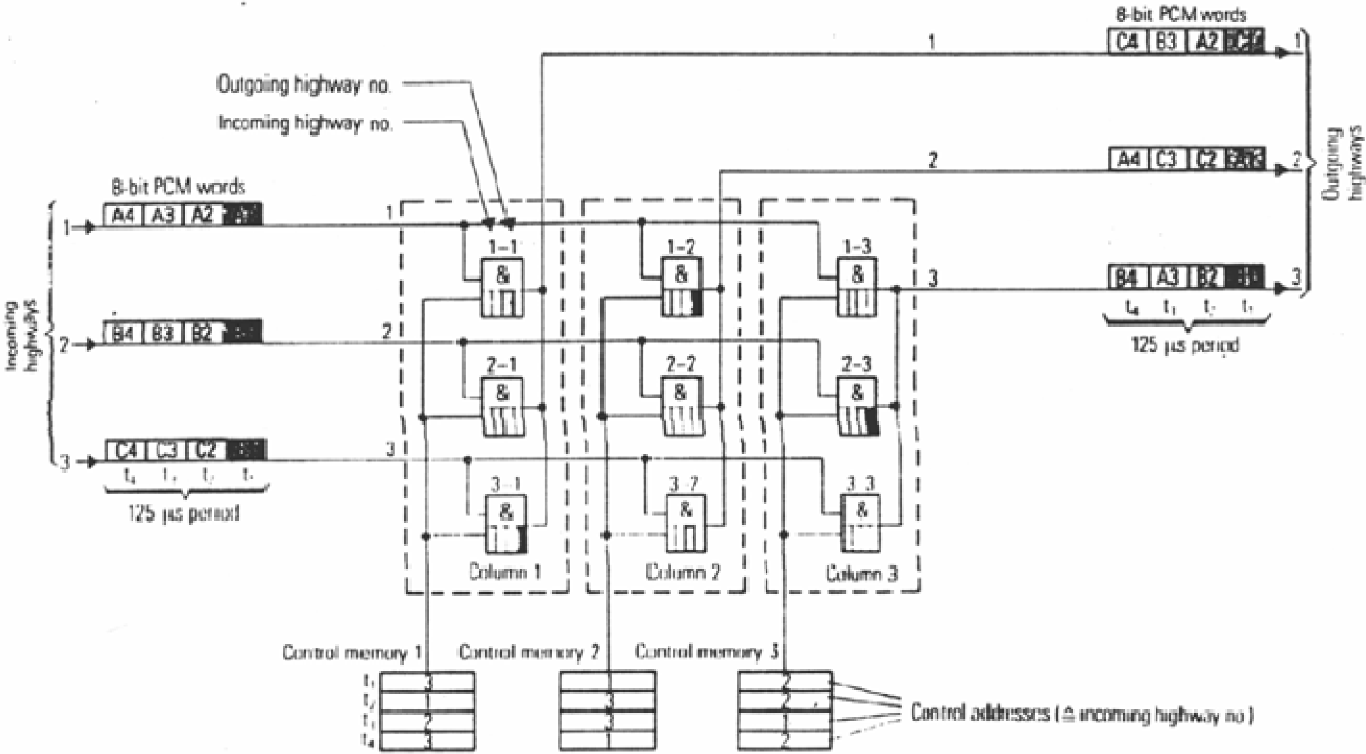
في هذه الحالة يتم الاحتفاظ بترتيب الشريحة الزمنية و لكن يتم تغيير المعلومة المحتواة فيها . أي إن اتجاه المعلومة ثابت ولكن التبديل يكون بإعادة ترتيب خروج المعلومة من وحدة التبديل . ويجدر بنا أن نشير إلى أنه هناك فرق بين التعادد multiplexing و التبديل switching . فنجد أنه في الـmultiplexing يتم تحميل القنوات الصوتية بطريقة معينة في المرسل ثم نقوم بفك هذه القنوات بنفس طريقة التحميل في المستقبل وبالتالي يكون ترتيب القنوات الخارجة من المستقبل هو نفس ترتيب دخولها إلى المرسل. أما في التبديل فإنه يتم دخول القنوات المحملة بطريقة و خروجها بطريقة أخرى مختلفة تماماً بحيث تحقق توصيل الطالب بالمطلوب .

وبتطور تكنولوجيا الاتصالات أصبح من اللازم زيادة سرعة أجهزة الاتصالات وذلك بتجميع القنوات الصوتية معا على مسارات تسمى high way paths وبالتالي أمكن رفع كفاءة أجهزة الاتصالات ثم بعد ذلك يتم الدخول إلى وحدة التبديل التي تقوم بتبديل معلومات مستقبلة على مسارات سريعة ثم يتم بعد ذلك فك هذه القنوات جهة المستقبل .

وحدة التبديل الفراغي Space Switchhng

المعلومة المشفرة = 8-bits PCM word

تعتمد فكرة عمل هذه الوحدة على عدم تبديل الشفرة الزمنية مع تغيير محتواها أي أن هذه الوحدة تقوم بتوجيه المعلومة المشفرة من مسار في الدخل إلى مسار آخر في الخرج دون تغيير الشفرة الزمنية للمعلومة المشفرة وكل معلومة مشفرة قادمة إلى وحدة التبديل من خلال أي من مسارات الدخول يكون معين لها مسبقاً مسار معين من مسارات الخروج حسب البرنامج المستخدم للتحكم في عمل وحدة التبديل . هذه الوحدة عبارة عن مصفوفة مكونة من بوابات AND ذات مدخلين ومخرج واحد يوصل أحد المدخلين على مسارات المعلومات المشفرة والدخل والآخر على ذاكرة تتحكم في عمل وحدة التبديل وخرج هذه البوابات يكون موصلاً على مسارات المعلومات المشفرة الخارجة من وحدة التبديل كما هو بالشكل التالي رقم(٤- ٢٣):



الشكل(٤- ٢٣)وحدة التبديل الفراغي

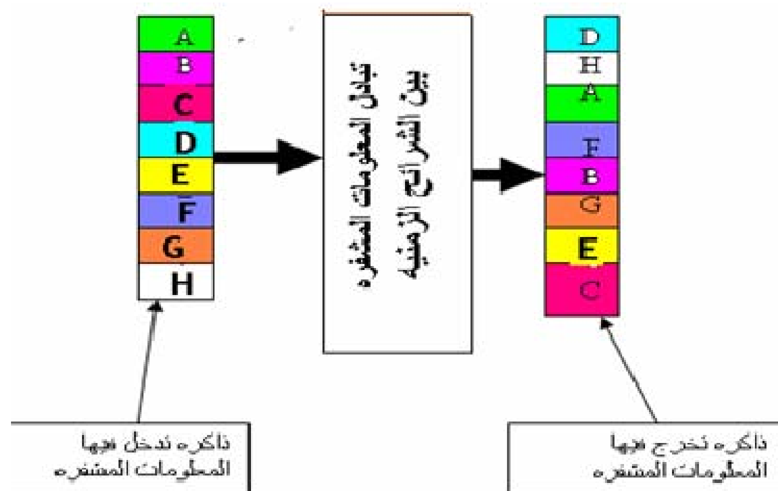
فى هذا الشكل أخذنا مثالاً لسهولة التوضيح 4PCM في كل شفرة زمنية (عملياً فإن كل شفرة زمنية تحتوي على 32PCM) وأخذنا كذلك ٣ مسارات في الدخول و ٣ مسارات في الخروج وهذا مثال للتوضيح فقط .

فى هذا الشكل أيضاً نرى أن توصيل مسارات الدخول مع مسارات الخروج يتم عن طريق تشغيل بوابات AND الموجودة والتى تعمل بمعدل 8000 مرة في الثانية كي تستطيع أن تستوعب الفترة الزمنية الحاملة للمعلومة المشفرة والتى سبق وأن ذكرنا أنها 125 ميكروثانية ويقوم بالتحكم في عملها البيانات المخزنة في ذاكرة التحكم التي تخزن بواسطة برنامج للتحكم في عمل وحدة التبديل . والجدول التالي يوضح فكرة عمل هذه الوحدة.

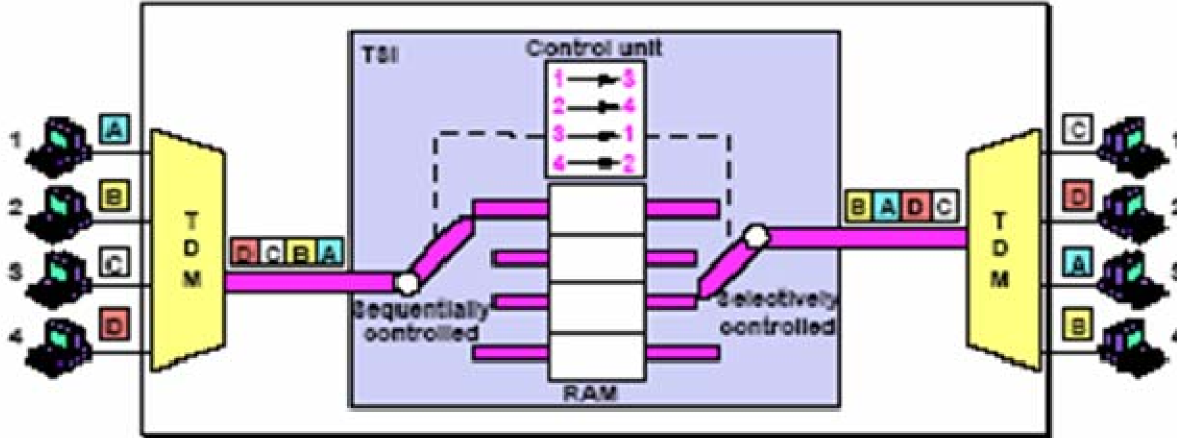
Time slot الشريحة الزمنية	البوابة الفعالة AND gate ON	Connected high way مسارات	
		Incoming الدخول	Outgoing الخروج
t_1	1-2	1	2
	2-3	2	3
	3-1	3	1
t_2	1-1	1	1
	2-3	2	3
	3-2	3	2
t_3	1-3	1	3
	2-1	2	1
	3-2	3	2
t_4	1-2	1	2
	2-3	2	3
	3-1	3	1

وحدة التبديل الزمني **Time Switching**

فى هذه الوحدة يتم تبادل المعلومات المشفرة بين الشرائح الزمنية وهي عبارة عن وحدتين من الذاكرة كما هو موضح في الشكل(٤- ٢٤ أ و ب):



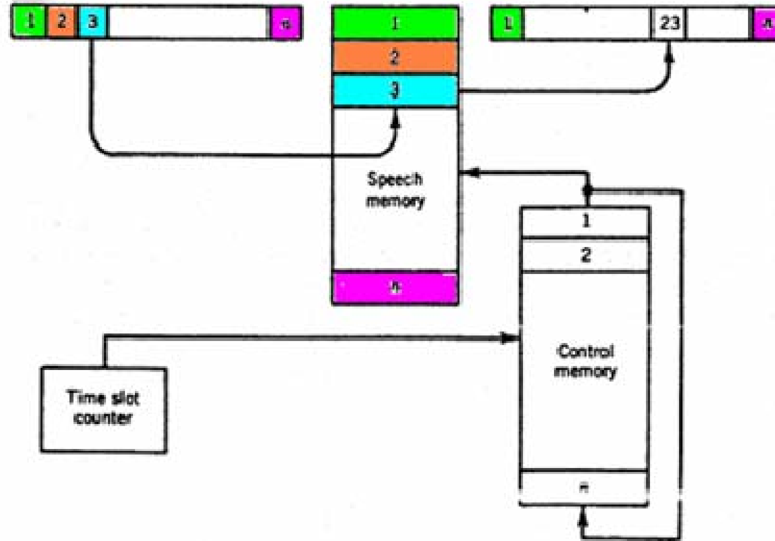
الشكل رقم (٤- ٢٤ أ)وحدة التبديل الزمني



الشكل رقم (٢٦ ب) وحدة التبديل الزمني

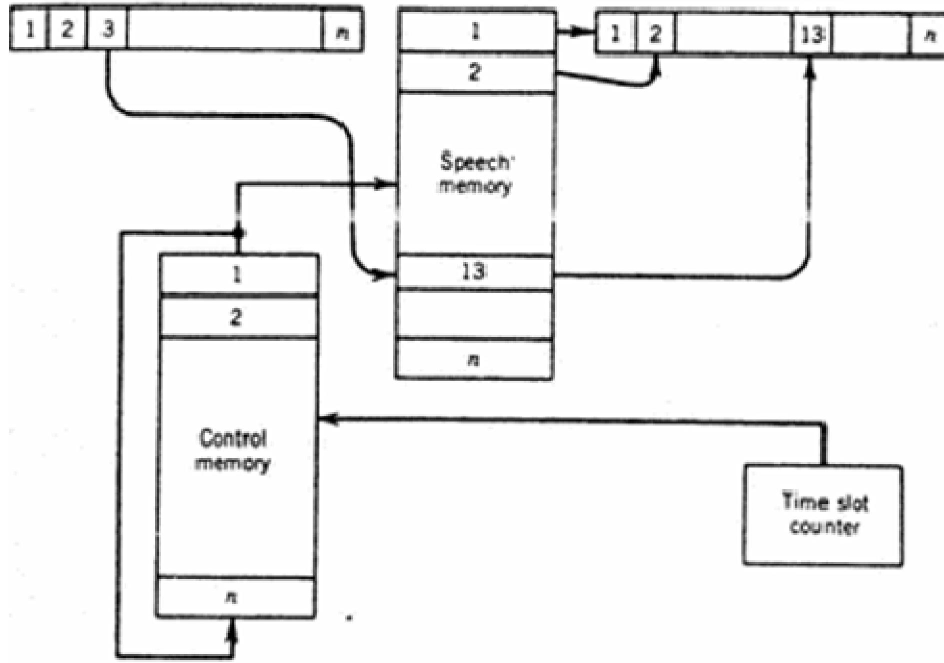
وإذا كانت فكرة التبديل الزمني d هي دخول المعلومات المشفرة m إلى وحدة التبديل بترتيب معين ثم خروجها من وحدة التبديل بترتيب آخر مختلف فإن إعادة ترتيب هذه المعلومات المشفرة يتم داخل وحدة التبديل عن طريق تبادل المعلومات المشفرة بين الشرائح الزمنية time slots . بناءً على المعلومات التي ترد إلى وحدة التبديل من ذاكرة التحكم. وذلك يتم بطريقتين :

١. دخول المعلومات مرتبة و خروجها عشوائياً كما في الشكل(٤- ٢٥)



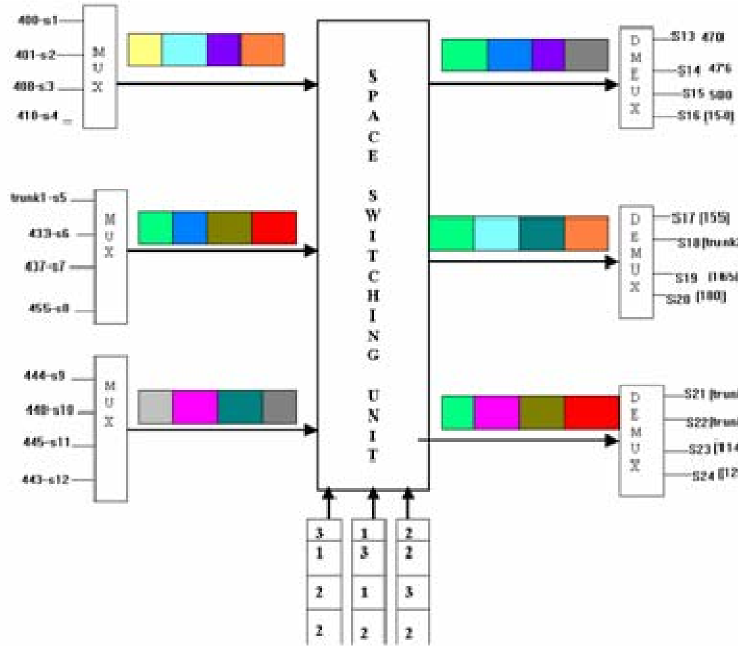
الشكل(٤- ٢٥)دخول المعلومات مرتبه وخروجها عشوائياً

٢. دخول المعلومات عشوائياً وخروجها مرتبة كما في الشكل(٤- ٢٦)



الشكل(٤- ٢٦) دخول المعلومات عشوائياً وخروجها مرتبة

الشكل التالي رقم (٢٩) يمثل وحدة تبديل رقمية تخدم ١٢مكالمة في آن واحد وفي الشكل نرى أن خطوط المشتركين موصلة على وحدة multiplexing وذلك لرفع معدل سرعة البيانات الداخلة إلى وحدة التبديل لذلك فإن خرج هذه الوحدة يسمى high way وهو بدوره يعتبر مدخلاً إلى وحدة التبديل ومن ناحية أخرى فإن المعلومات تخرج من وحدة التبديل على high way الذي يدخل إلى وحدة de-multiplexing ومنها إلى المشترك كما هو موضح بالشكل(٤- ٢٧)



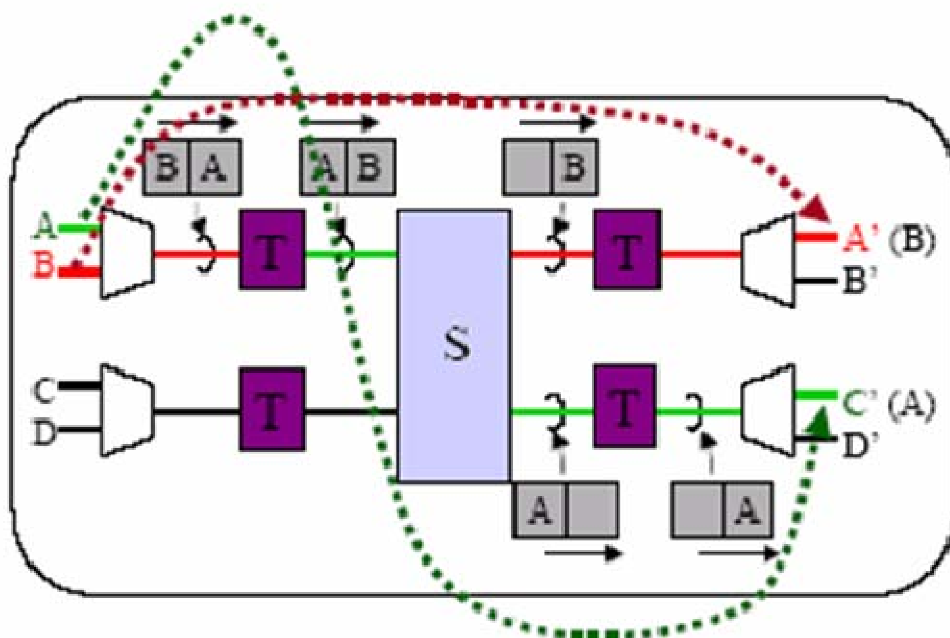
الشكل (٤- ٢٧)وحدة تبديل لخدمة ١٢ مكالمة هاتفية

على المتدرب أن يكمل البيانات على الرسم مستخدماً البيانات المسجلة في ذاكرة التحكم للتأكد من فهم switching - multiplexing- de-multiplexing في هذا الشكل أيضاً نرى أن:

١. المشترك رقم ٤٤٤ يتحدث مع المشترك رقم ٤٧٠
٢. المشترك رقم ٤٣٣ يتحدث على الخط الخارجي رقم ٤
٣. توجد مكالمة جماعية بين المشتركين ٤٥٥ و١٥٠ و١٨٠ و١٢٠
٤. توجد مكالمة عابرة : داخله إلى المقسم على الخط الخارجي رقم ١ و خارجة من المقسم على الخط الخارجي رقم ٣ .

وحدات التبديل (زمني – فراغي- زمني) :

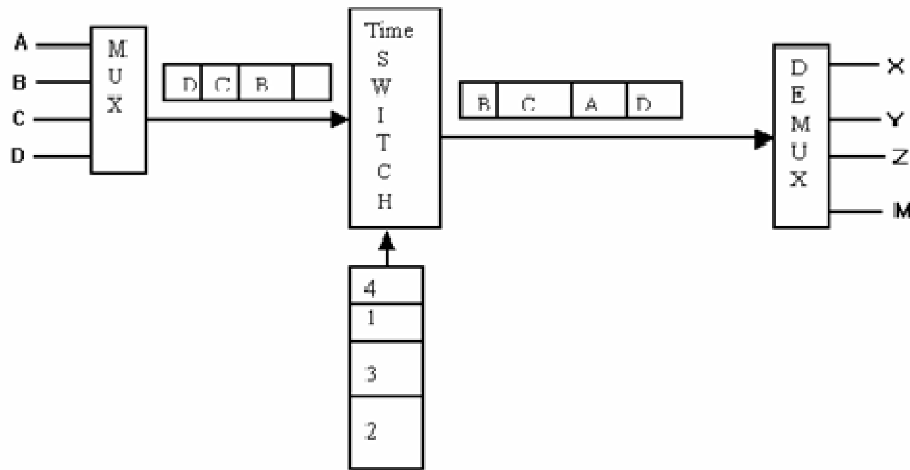
فى هذا النوع من وحدات التبديل متعددة المراحل نحصل على مميزات التبديل الزمنى بالاضافة إلى مميزات التبديل الفراغي . وفى المقاسم الحديثة نستخدم وحدات التبديل متعددة المراحل كمابالشكل رقم(٤- ٢٨) التالي حيث يرمز لمرحلة التبديل الزمني بالرمز T و : يرمز لمرحلة التبديل الفراغي بالرمز S



الشكل (٤- ٢٨) وحدة تبديل متعددة المراحل (زمني- فراغي – زمني)

تدريبات على الوحدة

١. اشرح معنى التبديل في المقاسم الهاتفية
٢. كيف نشأت فكرة التبديل
٣. اشرح التبديل في : المقاسم اليدوية – ومقاسم الخطوة فالخطوة –مقاسم القضبان المتقاطعة
٤. ما مميزات وحدات التبديل من نوع النقاط المتقاطعة عن مثيلتها ذات القضبان المتقاطعة؟
٥. ما الخطوات التي تتم لتحويل إشارة تماثلية إلى إشارة رقمية ؟
٦. اشرح التبديل الفراغي والتبديل الزمني
٧. ما الفرق بين التبديل و التعادد؟
٨. لماذا يستخدم التعادد كمرحلة من مراحل التبديل؟
٩. الشكل التالي عبارة عنtime switching unit يخدم أربع مكالمات هاتفية في آن واحد.
المشتركون الطالبون هم AوBوCوD و المشتركون المطلوبون هم XوYوZوM .
عين كلاً من الطالب و المطلوب في المكالمات الهاتفية الأربعة.



تقيم مستوى الأداء للمتدرب

بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب ، يقوم المتدرب بتعبئة هذا النموذج :

<table>
<tr><td colspan="5">تعليمات
بعد الأنتهاء من التدرب على ....
قَوِّم نفسك و قدراتك بواسطة إكمال هذا التقويم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة ، و ذلك بوضع علامة (√) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، و في حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.</td></tr>
<tr><td colspan="5">اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرب عليه :</td></tr>
<tr><td rowspan="2">العناصر</td><td colspan="4">مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)</td></tr>
<tr><td>غير قابل للتطبيق</td><td>لا</td><td>جزئياً</td><td>كلياً</td></tr>
<tr><td>١- ....
٢- ....
٣- ....
٤- ....</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات(البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، و في حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" يجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.</td></tr>
</table>

أساسيات الهاتف والمقاسم الرقمية

خطوط المشتركين والمسارات بين المقاسم

الوحدة الخامسة : خطوط المشتركين و المسارات بين المقاسم

الجدارة: التعرف على تراتب الشبكة الهاتفية وعلاقة ذلك بالمسارات بين المقاسم المختلفة

الأهداف : عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادراً بإذن الله على :

١- الإلمام بتراتب الشبكة الهاتفية وأسباب تقسيم الشبكة الهاتفية إلى مستويات .

٢- معرفة أنواع المسارات بين المقاسم ومميزات كل منها.

٣- معرفة المسارات البديلة وتأثيرها على الحركة الهاتفية.

مستوى الأداء المطلوب : ٨٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب : ٣ساعات

الوسائل المساعدة :

١- سبوره.

٢- جهاز عرض بروجيكتور مع حاسب .

متطلبات الجدارة :

١- الإلمام بموضوعات المنهج ذات العلاقة .

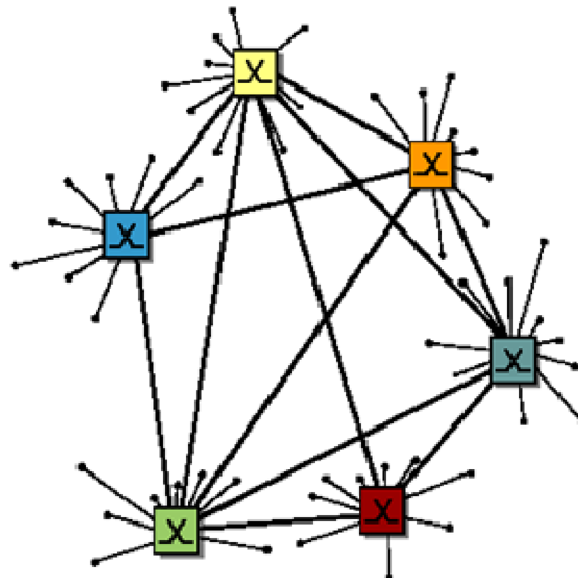
خطوط المشتركين والمسارات بين المقاسم

التراتب في الشبكة الهاتفية :

عندما بدأ عصر الهاتف ، كانت هناك المقاسم المحلية **Local exchanges** فقط و التي كان يتواصل من خلالها كل المشتركين. و كانت المهمة الأولى لهذه المقاسم هي تبديل النداءات الهاتفية بين المشتركين الذين يقطنون في نفس المدينة أو المنطقة التي بها المقسم المتواصلين به.

و عندما يرغب أي مشترك في الاتصال خارج المدينة أو المنطقة ، فإنه يصبح من الضروري الاتصال **interconnect** داخلياً بالمقاسم المحلية . و بالتالي المزيد من المقاسم الموصولة داخليا ، يعطي تعقيدا أكثر للشبكة. و لذا فإن الكيابل التي تقوم بالتوصيل الداخلي تكون شبكة متداخلة، انظر الشكل (١- ٥) و التي يصعب التعامل معها نظراً لأنها تأخذ الشكل المتداخل .

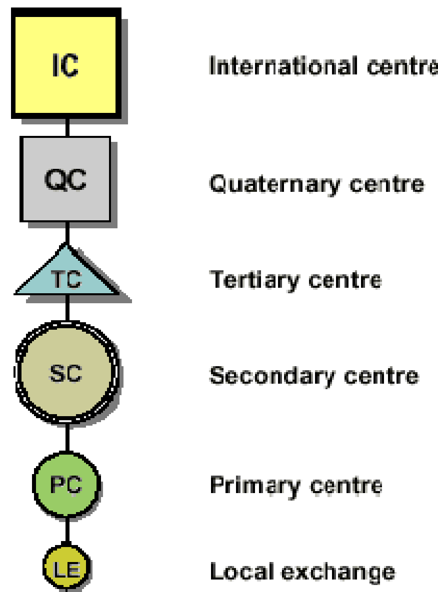
و كان الحل لهذه المالشكلة هو العمل على تراتب الشبكة **network hierarchy** . بتقديم عقد **nodes** جديدة في الشبكة و إعادة تشييد بعض الموجود منها ،و بالتالي سيتكون نظام من العقد عند مستويات مختلفة. و كنتيجة لذلك ، ليست كل العقد تحتاج إلى توصيلاتها المباشرة و الخاصة بها (المسارات المباشرة **direct routes**) إلى كل عقدة أخرى. وتأخذ الشبكة الشكل النجمي **star** والمتمم للالشكل المتداخل **mesh** الموجود.



الشكل (٥- ١) شبكة متداخلة مع توصيلات مباشرة بين كل عقدة

تراتب الشبكة طبقا للاتحاد الدولي للاتصالات :

قام الاتحاد الدولي للاتصالات بتعريف ستة مستويات من تراتب الشبكة . انظر الشكل (٥- ٢) . و قد يكون ظهور تراتب الشبكة يعطي اختلافاً إلى حد كبير عملياً. و يجدر بالذكر أن هذا التكوين أعطى مستويات عديدة بين المقاسم المحلية و المستوى الدولي ، مع وجود مقاسم عبور مختلفة **transit exchange.** و التي تنحصر مهمتها فقط في نقل الحركة خلال و بين مناطق مختلفة .



الشكل (2-5) تراتب الشبكة الهاتفية

تراتب الشبكةَ الذي نَصِفُه هنا ، المتعدد المستويات ، استعملَ بالشكل رئيس في البلدانِ الكبيرةِ حيث كانت المسافاتَ الكبيرة موارد تراسلية غاليةِ. وتم عمل محاولات لاسْتِعْمال العديد من المسارات الممكنة والمتاحة في الشبكةِ، لإيجاد "الطرقِ" الأقلّ غلاء.

تراتب الشبكة في الواقع :

أدى التطور السريع في الاتصالاتِ إلى جَعل الشبكاتَ أكثر تعقيداً ، خصوصاً كوظيفة منها أكثر تطبيقاً. وعلى الرغم مِنْ علو مستوى التعقيدِ ، فإنه يجب على مشغلي الشبكات أن يحافظوا على بساطة شبكاتهم ودوام ترتيبها بقدر الإمكان.

أحد طرق إنجاز ذلك هو بناء الشبكات بمستويات أقل مما هو مذكور في تعريف الاتحاد الدولي للاتصالات . هنا يكون قد تم مساعدة مشغلي الشبكات بالارتقاء في مجال الألياف البصرية. وبتَطبيق هذه التقنيةِ، يمكن الحفاظ على تكاليف التراسل منخفضة كما يمكن زيادة المعلومات المنقولة إلى حدٍّ كبير في الشبكة ، و بالتالي خفضُ الحاجةَ للعديد من المسارات المختلفة و البديلة التي كانت ممكنة التعدد سابقاً في مستويات الشبكة.

يَزْعمُ العديد مِنْ الناسِ بأنّ الشبكاتِ المستقبليةِ سَتَكُونُ تقريباً "بدون تغيير"، محتوية ربما فقط على ثلاث مستويات: المقاسم المحليّة،و مقاسم انتقالية ومقاسم دولية. بينما اليوم، الشائع هو أربع مستويات (انظر أسفل) لكن تركيبَ الشبكةِ وعددِ المستويات يَتفاوتانِ مِنْ مشغلِ إلى آخر.

١- المقسم الدولي international exchange

٢- مقسم العبور القومي national transit exchange

٣- مقسم العبور الإقليمي regional transit exchange

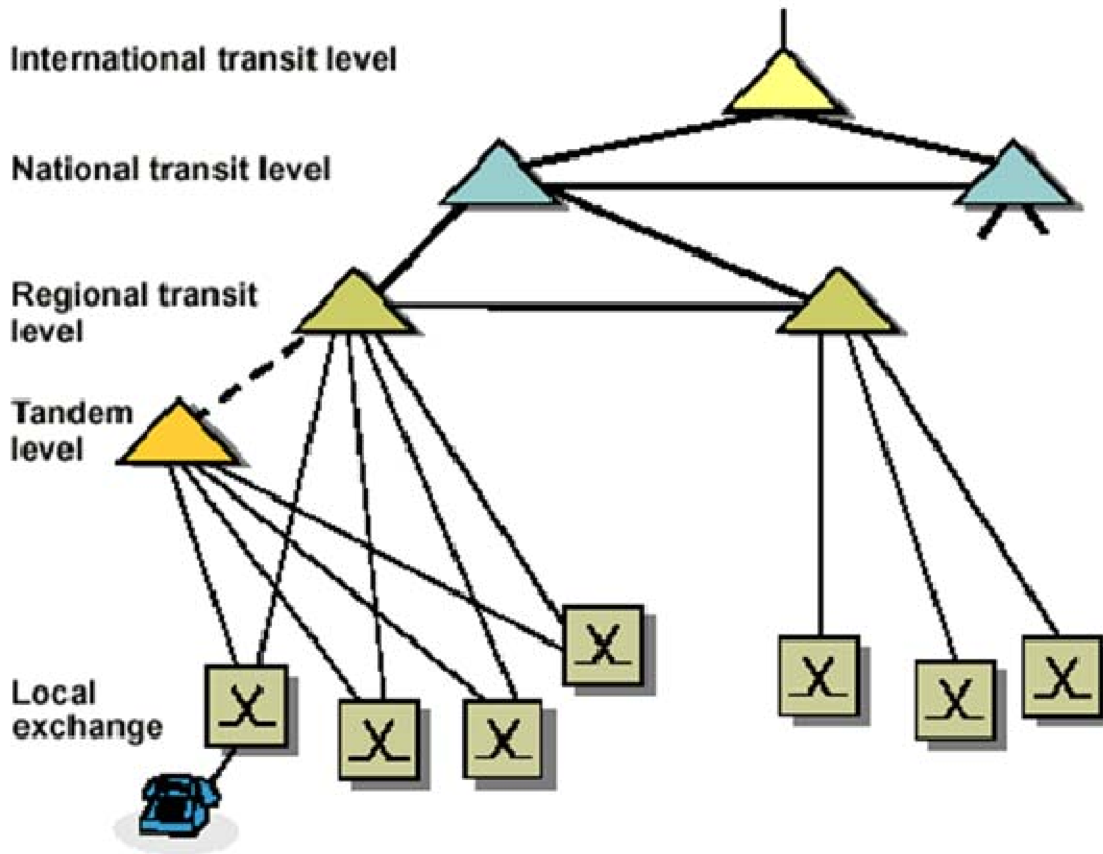
٤- المقسم المحلي local exchange

وكما ذُكِر سابقاً، تستخدم المقاسم المحلية لتوصيل المشتركين ، بينما مهمّة مقاسم العبورِ الإقليميةِ هي نقل الحركة الهاتفية إلى أعلى التراتب للشبكة(على سبيل المثال، النداءات الخارجية أو النداءات الدولية)، وأيضاً لتَوجيه الحركة الهاتفية بين المقاسم المحليّةِ.

و يقوم مقسم العبورِ القومي بمهامٍ مماثلةٍ، لكن بمستوى أعلى في تراتب الشبكة. أحيانا يظهر نوع آخر مِنْ العقد، عادة يسمّى مقسم انتقالي **tandem** أَومقسم عبورٍ محلي. في تراتب الشبكةَ، هذا المقسم عادة يحدد وضعه بين مستوى عبور المقسم المحلي و مستوى العبور الإقليمي ،انظر الشكل (٥- ٣).

إنّ مهمّةَ المقسم الانتقالي هو نقل الحركة الهاتفية بين المقاسم المحلية المختلفة، وفي أغلب الحالاتِ في المناطقِ الحضريةِ مع العديد مِنْ المقاسم المحليّةِ. ولذلك، فإن وظيفة المقسم الانتقالي هي نفسها وظيفة مقسم العبور الإقليمي، بالرغم من أنّه عادة لا يقوم بنقل الحركة الهاتفية إلى أعلى التراتب في الشبكة؛ فقط يقوم بنقلها بين المقاسم المحليّةِ المجاورةِ أو إلى المقاسم الانتقالية الأخرى في نفس المنطقةِ. وبالطبع، هناك استثناءات

التوصيلات المتقطعة الموضحة في الشكل (٥- ٣) بين المقاسم الانتقالية و مقاسم العبور الإقليمية توضح وفرة متزايدة ،والترتيب يعطي الفرصة للتوصيل إذا كان التوصيل بين المقاسم المحلية ومقسم العبور مكسوراً

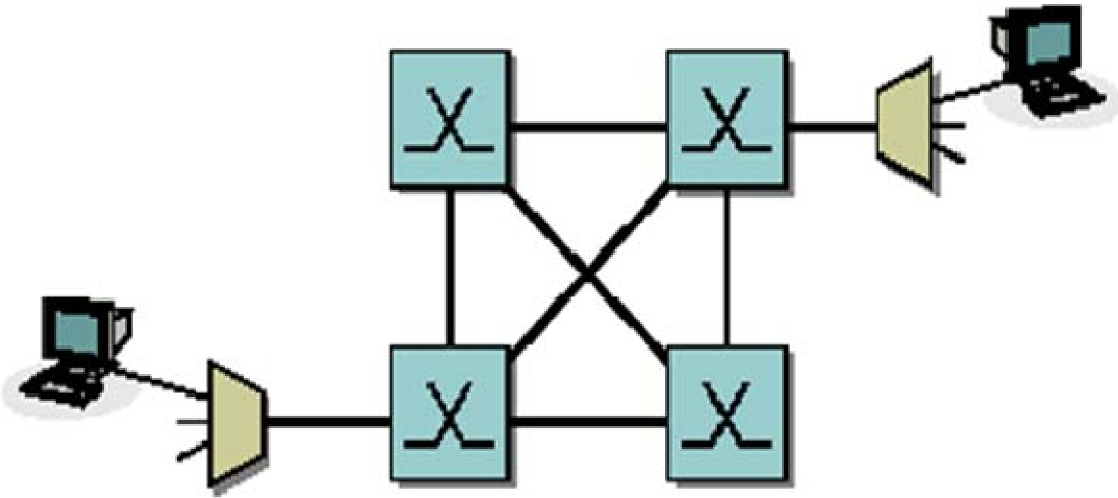


الشكل(٥- ٣) يوضح مثالاً لتراتب الشبكة الهاتفية

التراتب الشبكي لشبكات أخرى :

في أغلب الحالاتِ، نجد أن الشبكات ذات الرزمة المبدلة ليس لديها نفس التركيبِ المرتبي مثل الشبكات ذات الدائرة المبدلة. فبعد توصيل الأجهزةِ في وحدة التركيز **concentrator** ، يُؤدّي التوصيل إلى شبكة عبورٍ على هيئةٍ متداخلة بدرجة أقل أو أكبر. انظر الشكل(٥- ٤)بَعْض الشبكاتِ الكبيرةِ نسبياً قَدْ تُبْنَى بدون تراتب (تدرج).

نفس الشيءِ حقيقي لشبكاتِ مكائن سحب النقودَ والتجديد الإطاريَ. إنّ السببَ الأكثر أهميةً لامتِلاك التركيبِ غيرِ المرتبي هو أَنَّ هذه الشبكاتِ لَها حركة أقل بكثيرُ مِنْ الحركة في شبكاتِ الهاتفِ.وأيضاً عددَ المشتركين أصغرُ بكثير مِنْ عدد المشتركين في شبكاتِ الهاتفِ. وفي المدى البعيد ، فإن هذا النوعِ مِنْ الشبكات لَرُبَّمَا أيضاً يَحتوي على عُقَدَ عبورِ في المستويات المختلفةِ.



الشكل (٥- ٤) يوضح شبكات غير مبدلة الدائرة – على سبيل المثال

المسارات بين المقاسم :

المسار:

المسار بين المقاسم هو وسيلة تحقيق اتصال بين أي مقسمين في الشبكة الهاتفية وذلك عن طريق اختيار مجموعة من دوائر التوصيل لإكمال مسار المكالمة الهاتفية بين المقسمين. والجدير بالذكر أنه توجد بين أي نقطتين في الشبكة الهاتفية العديد من المسارات المباشرة التي قد تكون أحادية الاتجاه أو في اتجاهين وكذلك العديد من المسارات البديلة .

والمسار المباشر يحتوي على مجموعة من دوائر التوصيل أو أكثر والمسار البديل يحتوي على سلسلة من مجموعات دوائر التوصيل معدة للتوصيل بين نقطتين على الشبكة الهاتفية وهي نوعان:

١- مسارات متراتبة hierarchical routes

والمسارات تكون متراتبة إذاكانت الحركة الهاتفية موزعة على تلك المسارات طوال الوقت ودون قيد أو شرط وفى حالة الامتلاء overflow يتم التوجه إلى المسارات البديلة دون اختبار حالة تلك المسارات اعتماداً على أن تلك المسارات يتم اختبارها بصورة دورية وإن لم تستخدم.

٢- مسارات غير متراتبة non- hierarchical routes

وهى على العكس من المسارات المتراتبة أي أن هذه المسارات يتم استخدامها حسب كمية الحركة الهاتفية بين النقطتين المعنيتين ولكن ليس بصورة منتظمة ولا يتم استخدام تلك المسارات إلا بعد اختبارها والتأكد من صلاحيتها وذلك طبقاً لخطة موضوعة.

- خطة اختيار المسارات Routing Scheme

هى خطة تحدد كيفية تجهيز مجموعة من المسارات لنقل الحركة الهاتفية بين عقدتين في الشبكة الهاتفية وهذه الخطة قد تكون ثابتة fixed routing scheme (يكون شكل المسارات ثابت وكذلك عددها) أو تكون خطة متغيرة Dynamic routing scheme (يكون شكل المسارات غير ثابت وكذلك عددها تبعاً لحالة الحركة الهاتفية) .

١- الخطة غير الثابتة Non-fixed routing scheme

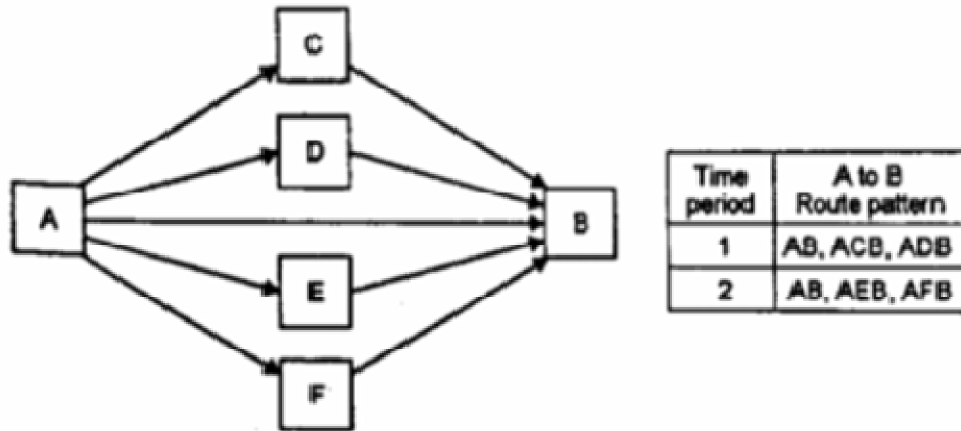
فى هذه الحالة يكونالشكل المسارات ثابتاً وكذلك عددها ويتم تغيير هذه المسارات بناءً على إحصائيات عن محاولة تسيير مكالمات call attempts و إذا تغيرت فإنها تظل ثابتة عند هذا التغيير .Permanent change to a fixed routing scheme

١- الخطة الثابتة fixed routing scheme

فى هذه الحالة يكون شكل المسارات متغيراً من وقت لآخر حسب كمية واتجاه الحركة الهاتفية ويتم تحديث شكل هذه المسارات دورياً طبقاً لعوامل أخرى منها :

أ- تغيير شكل المسارات دورياً time-dependent routing

فى هذه الحالة يتم تغير شكل المسارات طبقاً لأوقات الذروة للحركة الهاتفية في اليوم أو الشهر أو السنة

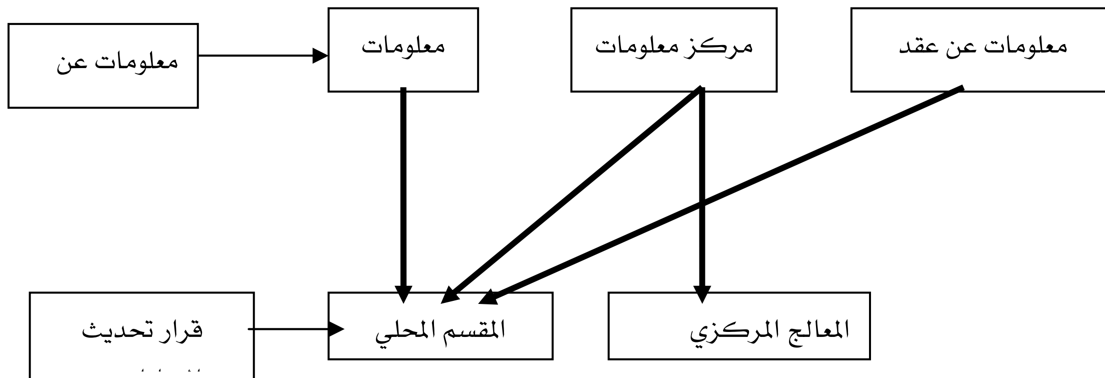


Time period	A to B Route pattern
1	AB, ACB, ADB
2	AB, AEB, AFB

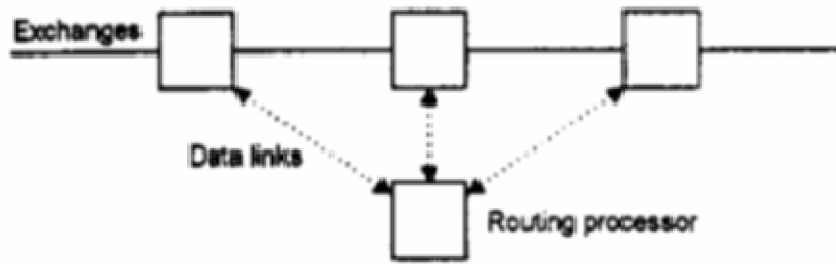
الشكل (5-5)تغيرالشكل المسارات دورياً

ب – تغيير شكل المسارات حسب حالة الشبكة **state-dependent routing**

فى هذه الحالة يتم تغير شكل المسارات آلياً automatically طبقاً لحالة الشبكة الهاتفية ويكون التحديث في شكل المسارات سريعاً جداً طبقاً لمعلومات يتم تجميعها عن جميع العقد الموجودة بالشبكة لذلك أُطلق عليه adaptive routing scheme وهذا النوع يلزمه وحدة مركزية لتجميع البيانات عن جميع العقد الموجودة بالشبكة كما هو موضح بالشكل(٥- ٦) والشكل (٥- ٧)



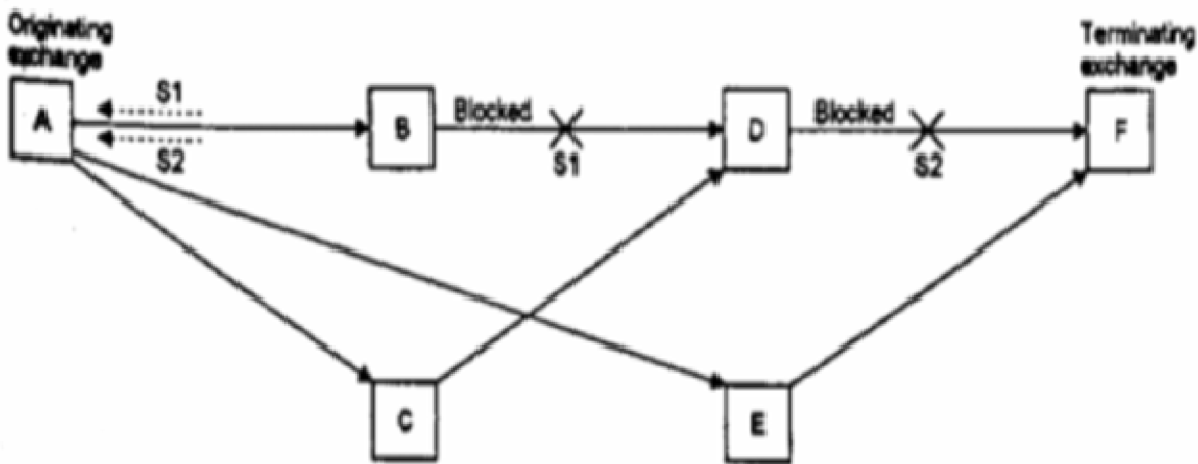
الشكل (٥- ٦)تغير شكل المسارات حسب حالة الشبكة



الشكل (٥- ٧) تغيرالشكل المسارات آليا

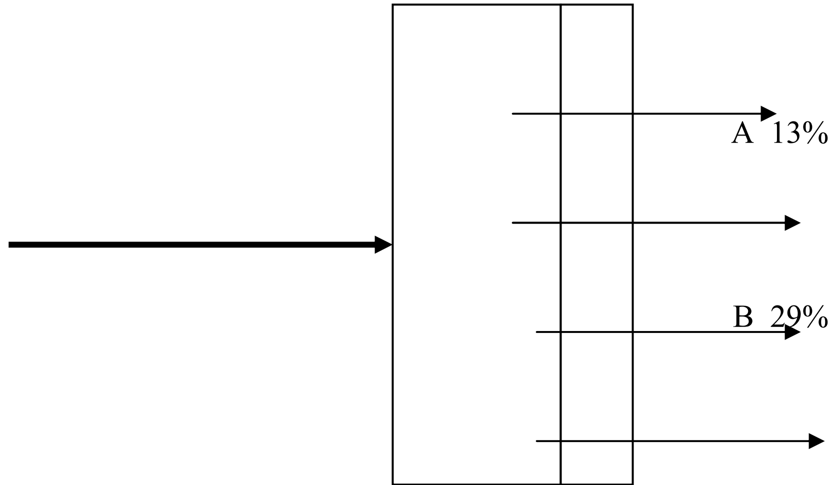
مما سبق نرى أن المقسم لديه مسارات مباشرة و أخرى بديله كما أن المقسم يلجأ لاستخدام المسارات البديلة في حالة:

١. انشغال المسارات المباشرة أو تعطلها وذلك قبل محاولة التوصيل بالعقدة التالية في الشبكة وهو ما يسمى اختيار المسارات البديلة أتوماتيكياً automatic alternative routing
٢. محاولة استخدام المسارات المباشرة و انسدادها في أي جزء من أجزاء المسار فإن المقسم يقوم بإعادة خلق مسار بديل وهو مايسمى (ARR) Automatic Rerouting كما هو بالشكل رقم(٥- ٨).



الشكل (٥- ٨) إعادة أختيار مسار بديل

٣. توزيع الحركة الهاتفية بين أي عقدتين من عقد الشبكة الهاتفية على المسارات التي يمكن أن توصل بين هاتين العقدتين وهو مايسمى بـ load sharing كما هو بالشكل رقم (٥- ٩)



الشكل (٥- ٩)توزيع الحركة الهاتفية بين أى عقدتين

فى هذه الحالة يتم توزيع الحركة الهاتفية الخارجة من العقدة بنسب معلومة على المسارات الخارجة من تلك النقطة.

تدريبات على الوحدة

١- اذكر المستويات المختلفة للشبكة الهاتفية

٢- اذكر أنواع المسارات في الشبكة الهاتفية

٣- لماذا تستخدم المسارات البديلة في الشبكة الهاتفية؟

٤- ما تأثير المسارات البديلة على الحركة الهاتفية؟

٥- ما أنواع المسارات البديلة؟

٦- اشرح المسارات البديلة الثابتة .

٧- اشرح المسارات البديلة التي تتغير دورياً.

٨- اشرح المسارات البديلة التي تتغير حسب الحركة الهاتفية

٩- اشرح المسارات البديلة مقسمة الأحمال

تقييم مستوى الأداء للمتدرب

بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب ، يقوم المتدرب بتعبئة هذا النموذج :

<table>
<tr><td colspan="5">تعليمات
بعد الانتهاء من التدريب على ....
قَوِّم نفسك و قدراتك بواسطة إكمال هذا التقويم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة ، و ذلك بوضع علامة (√) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، و في حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.</td></tr>
<tr><td colspan="5">اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرب عليه :</td></tr>
<tr><td rowspan="2">العناصر</td><td colspan="4">مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)</td></tr>
<tr><td>غير قابل للتطبيق</td><td>لا</td><td>جزئياً</td><td>كلياً</td></tr>
<tr><td>١- ....
٢- ....
٣- ....
٤- ....</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات(البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، و في حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" يجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.</td></tr>
</table>

أساسيات الهاتف والمقاسم الرقمية

التأشير

الوحدة السادسة : التأشير

الجدارة : التعرف على أهمية التأشير في نظم الاتصالات المختلفة بصفة عامة وفي الاتصالات الهاتفية بصفة خاصة

الأهداف : عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادراً بإذن الله على :

١- الإلمام بمعنى التأشير.
٢- التعرف على الإشارات المختلفة بين المشترك و المقسم (اشارات المشترك) .
٣- التعرف على الإشارات المختلفة للخطوط بين مقسم ومقسم آخر (إشارات الخط) .
٤- التعرف على الإشارات المختلفة للمسجلات بين مقسم ومقسم آخر (إشارات المسجل)
٥- التعرف على نظم التأشير بين المقاسم

مستوى الأداء المطلوب : ٨٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب : ٣ ساعات

الوسائل المساعدة :

١- سبوره
٢- جهاز عرض بروجيكتور مع حاسب .
٣- الاستعانة بالرسومات التوضيحية .
٤- استخدام برامج المحاكاة إن وجدت.

الجدارة المطلوب تحقيقها : التعرف على أهمية التأشير في نظم الاتصالات المختلفة بصفة عامة وفي الاتصالات الهاتفية بصفة خاصة

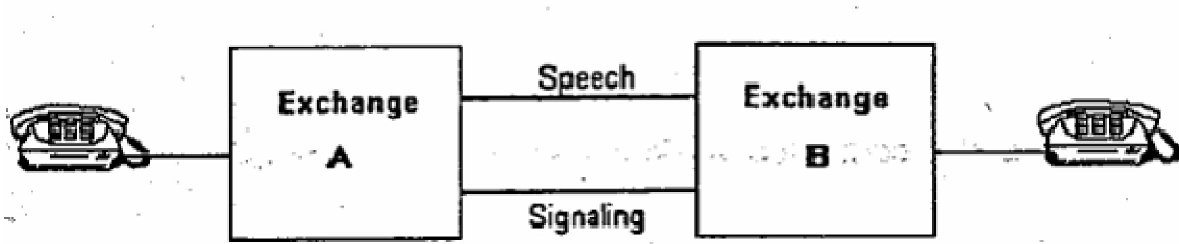
متطلبات الجدارة :

١- عمل رسومات توضيحية للتأشير في قنوات الاتصالات .
٢- التطبيق على التأشير في بعض المقاسم .

التأشير Signaling

ما معنى التأشير ؟

التأشير هو الوسائل المستخدمة لإنشاء النداءات الهاتفية و التحكم فيها. و لذا فإننا نستطيع أن نقول ليس فقط الكلام هو المرسل بين مقسمين ، و لكن أيضاً هناك إشارات لبدء و إنهاء هذا النداء و الشكل (٦- ١) يوضح مضمون ما سبق.



الشكل (٦- ١) يوضح وجود الكلام و الإشارات المتحكمة في النداء بين مقسمين .

و هناك أنواع مختلفة من الإشارات تتضمنها عملية التأشير و هي :

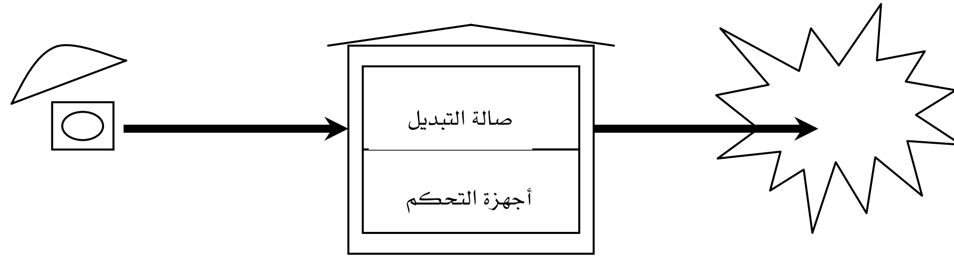
١- إشارات ناتجة عن الطرفيات و هي تسمى أحياناً تأشير المحطة أو تأشير المشترك.

٢- إشارات من مراكز التبديل (المقاسم) إلى الطرفيات ، مثل النغمات و الرسائل المسجلة و التي تستخدم لتوضيح التقدم للنداء خلال الشبكة .

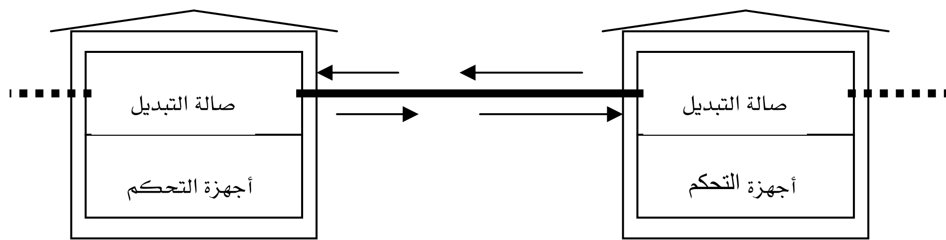
٣- إشارات بين مراكز التبديل (المقاسم) مثل إشارات المسجل register signals و إشارات الخط line signals ،

٤- إشارات تتم داخل نظام التبديل ذاته بين مراحل شبكة التبديل للمقسم الواحد لتحديد المسار .

الشكل (٦- ٢) يوضح الأنواع المختلفة من الإشارات.

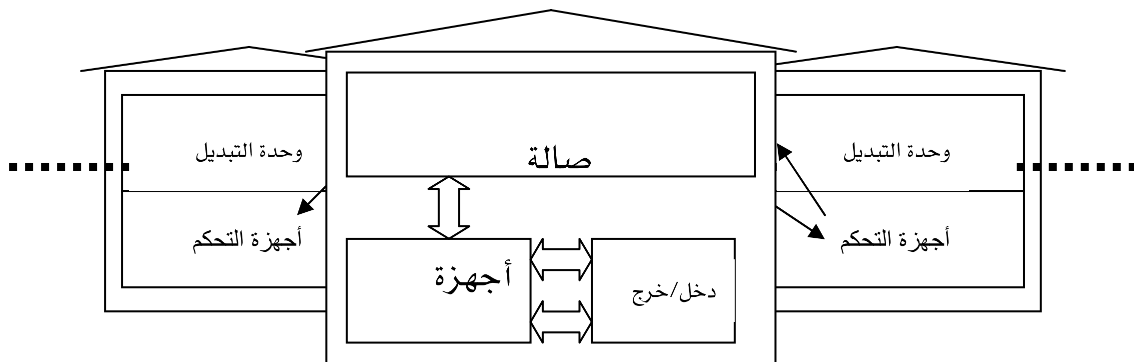


إشارة مشترك



إشارات خط

إشارات مسجل



إشارات داخل المقسم

الشكل (٦- ٢) يوضح أنواع الإشارات في عملية التأشير

التأشير في الماضي و الحاضر :

مما لا شك فيه أن التأشير في بداية استخدام الهاتف كان متطلباً أساسياً . ففي تلك الأيام، كان التأشير يتم يدويا بين المشترك و المقسم المحلي. فبينما يقوم المشترك بإدارة يد مولد الماجنيتو الموجود بالعدة الهاتفية المبكرة ، كان يتولد تيار متردد يعمل على تشغيل جرس بالمقسم . حيث ينبه عامل الهاتف لهذا النداء .
و هناك معلومات أخرى ، مثل رقم الهاتف المطلوب حيث كان يبلغ شفاهة بين المشترك و عامل الهاتف ، وبين عمال الهواتف في المقاسم المختلفة . وأخيرا ، عندما تحولت الشبكة الهاتفية إلى التشغيل الذاتي ، تم استبدال هذه الخطوات كلية بالتأشير الصادر ذاتياً من الأجهزة. فمولد الماجنيتو الذي كان يدار بيد المشترك تم استبداله بالمفتاح الخطافي الذي يقوم ذاتياً بفصل دائرة الجرس و وصل دائرة الكلام مع المقسم المحلي بمجرد رفع المشترك سماعة العدة الهاتفية. أما رقم الهاتف المطلوب فلا يبلغ شفاهة كما سبق و لكن يبلغ بإدارة قرص يقوم بتقطيع التيار المستمر وتحويله إلى نبضات، و الذي تم استبداله فيما بعد بلوحة مفاتيح ضاغطة في العدد الهاتفية الحديثة . و يمثل نظام التأشير العصب الرئيس في شبكة الاتصالات الهاتفية فهي تساعد جميع أجزاء الشبكة الهاتفية لتعمل مع بعضها البعض . كما تقوم بدور أساسي في تحقيق و مراقبة نظام الاتصالات فبواسطتها يحدث إتمام و إنهاء الاتصال بين طرفين كما تقوم باختيار المسار المطلوب عندما يكون هناك اختيار. وبواسطة التأشير يتم الإعلان عن مكالمة قادمة إليك أو تعطيك معلومية بأن المشترك المطلوب مشغول إذا كنت أنت الطالب وفى الحقيقة من الصعب قيام نظام اتصالات بدون استخدام نظام للتأشير. لذلك يكون لزاماً علينا معرفة أنواع التأشير والوظائف الرئيسة للإشارات المستخدمة في الاتصالات الهاتفية.

ولإجراء اتصال هاتفي عبر الشبكة الهاتفية فإن الإشارات هي التي تقوم بنقل المعلومات الخاصة بالمشترك الطالب إلى المقسم كما أنها تمد المقسم التي تعينه على الوصول للمشترك المطلوب . كذلك توجد إشارات تقوم بالإشراف على إتمام الاتصال بين الطالب والمطلوب و متابعة المكالمة على طول المسار بينهما. وتوجد أيضاً أنواع من الإشارات التي تعطي معلومات عن حالة المشترك مثل نغمة الطلب "dial tone" و "إشارة المشغولية "busy tone" و إشارة النداء للمشترك المطلوب"ring back signal" . هذا بالإضافة إلى أنه توجد إشارة تظهر مع بداية تنفيذ المكالمة هي إشارة حساب تكلفة المكالمة "metering pulse".

مما سبق نرى أنه يمكن تقسيم التأشير إلى نوعين من الإشارات :

١- إشارات عامة أساسية : general signals

وهذه الإشارات لازمة وأساسية لأنها تعبر عن معلومات أساسية لا يمكن حدوث تفاعل بين عناصر الشبكة الهاتفية بدون تلك الإشارات وهي عبارة عن :

أ- إشارات أساسية للمشترك

وهذه الإشارات تكون مصاحبة للمشترك في جميع الأحوال و تنم عن معلومات أساسية للمشترك و على سبيل المثال (إشارة رفع السماعة) وهي تحمل إلى المقسم حالة المشترك و رقمه و المعلومات الأساسية عنه .

ب- إشارات أساسية للمقسم

وهي إشارات أساسية لها دور أساسي في عمل المقسم وهي التي تعينه على أداء وظيفته منها نغمة الطلب و هي الإشارة التي تبين أن المقسم في حاله تسمح له بتوصيل الطالب بالمطلوب و غيرها من الإشارات .

٢- إشارات ذات وظيفه محـــددة :

و هي إشارات تظهر في أوقات محددة لأداء وظيفة محددة و هي تتقسم إلى ثلاثة أنواع :

أ- إشارات خاصه بالعنونة :

وهي إشارات تحمل معلومات أساسية عن أرقام المشترك الطالب و المطلوب و إذا كان المشترك المطلوب يتبع مقسماً غير المقسم الذي يتبعه المشترك الطالب فإن هذه الإشارات يتم تبادلها بين السجلات الداخلية للمقاسم المعينة بتحقيق الاتصال بين الطالب و المطلوب و تسمى" Addressing signals" .

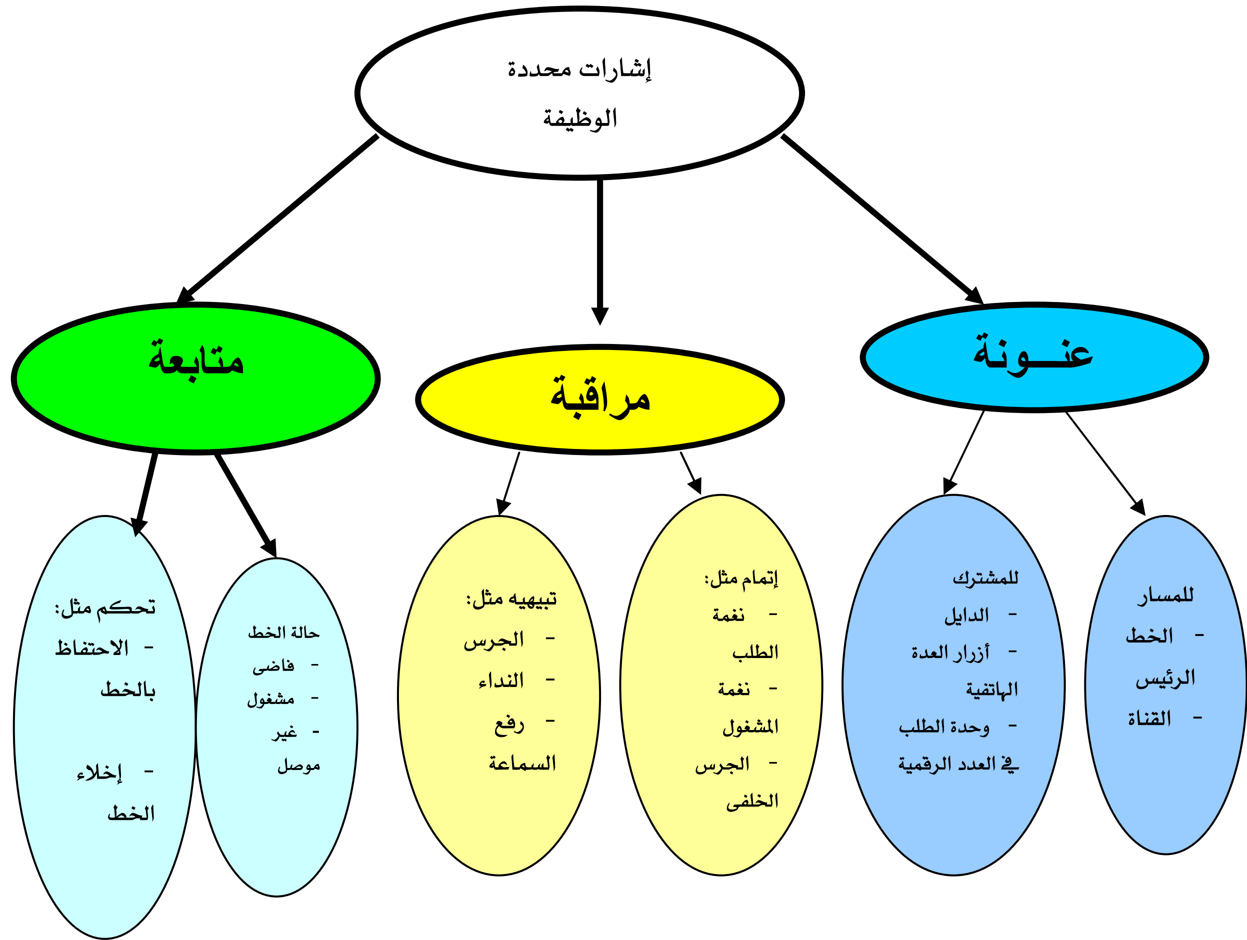
ب- إشارات متابعة : "Supervisory signal"

وهي إشارات تظهر أثناء عملية توصيل الطالب بالمطلوب من خلال المقاسم المختلفة كما أنها تقوم بمتابعة سير المحادثة الهاتفية بين الطالب و المطلوب و إعطاء تقرير للمقسم في حالة انتهاء المكالمة بصورة غير طبيعية (أي قطع المكالمة بدون رغبة الطالب أو المطلوب) .

جـ- إشارات مسموعة ومرئية : visual and audible signals

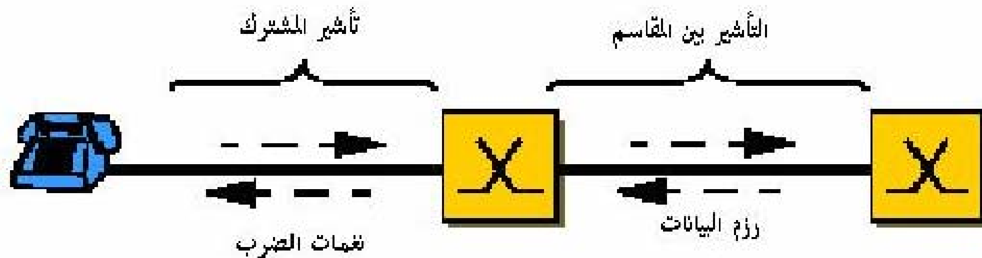
و هي عبار ة عن إشارات تصدر أصواتاً عن طريق سماعات أو تكون مرئية عن طريق لمبات بيان ، وهذه الإشارات تكون مفيدة لمستخدمي الشبكة الهاتفية و المقاسم في معرفة حالة المكالمة .

ويمكن توضيح هذا النوع من الإشارات بالشكل التالي :



الشكل (٦- ٣) تخطيط لأنواع الإشارات المستخدمة في التأشير

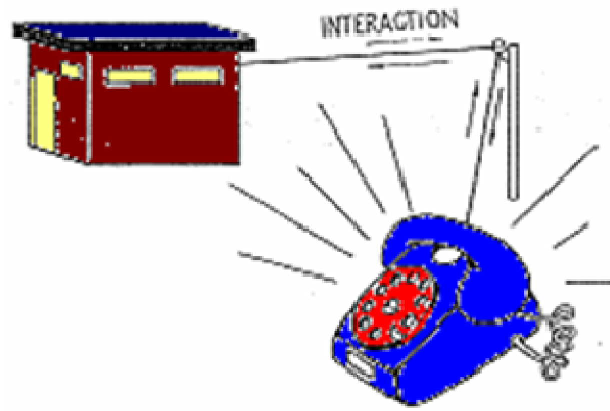
و يرتكز الاتصال بين المشترك و المقسم المحلي على أنواع مختلفة من رسائل نغمية tone messages (مثل نغمة القرص dial tone، ونغمة الضرب ringing tone ، ونغمة المشغولية busy tone) .



الشكل (٦- ٤) يوضح تأشير المشترك و تأشير المقاسم

أولا : إشارات المشترك Subscriber Signals

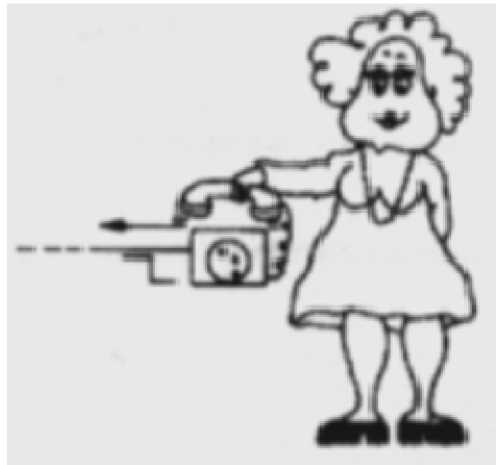
هي إشارات متبادلة بين المشترك و المقسم تساعد على تحقيق الاتصال بينهما ومنها :



الشكل (٦- ٥) التأشير بين المشترك و المقسم

١- إشارة تنبية للمقسم wake- up signal

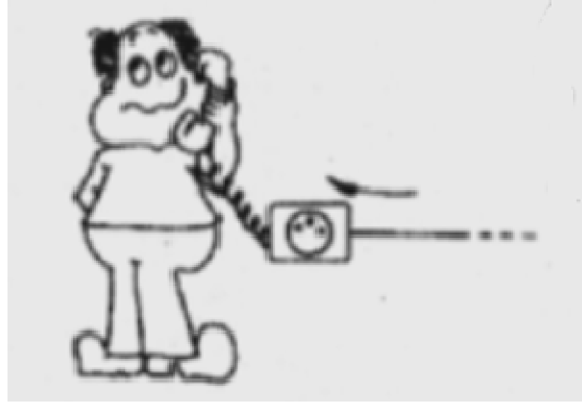
هذه الإشارة تظهر عند رفع المشترك للسماعة لايقاظ المقسم وتنبيهه لخدمة المشترك



الشكل (٦- ٦) إشارة رفع المشترك للسماعة

٢- نغمة الطلب (الحرارة) Dial tone

هى إشارة من المقسم إلى المشترك الذي رفع السماعة وتعني أن المقسم جاهز لخدمته



الشكل (٦- ٧) وصول نغمة الطلب (الحرارة) للمشترك

٣- إشارة نقل الأرقام dialing signal

وهى إشارة تخرج من المشترك لتحمل إلى المقسم المعلومات الخاصة بالمشترك المطلوب وهي عبارة عن نبضات إذا كان الطلب بواسطة عدة بقرص (pulse dialing)

أو عبارة عن خليط من الترددات إذا كان الطلب بواسطة عدة بأزرار (push-button dialing)



الشكل (٦- ٨) قيام المشترك بإرسال إشارة نقل الأرقام

٤- إشارة الجرس **Ring Signal**

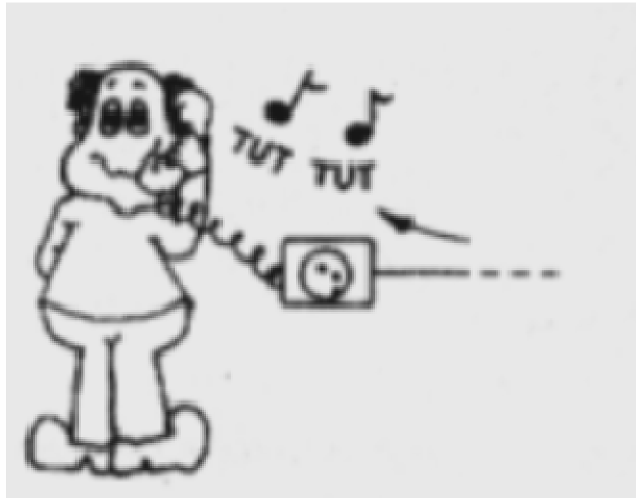
وهى إشار ة يرسلها المقسم للمشترك المطلوب أثناء وضع السماعة لإخباره أن هناك شخص يرغب في عمل محادثة هاتفية معه ألا وهو الشخص الطالب



الشكل (٦- ٩) تنبيه المشترك المطلوب بواسطة إشارة الجرس

٥- نغمة المشغول **Busy tone**

وهى نغمة يرسلها المقسم إلى المشترك الطالب لإخباره أنه لايمكن إتمام المكالمة لانشغال المشترك المطلوب



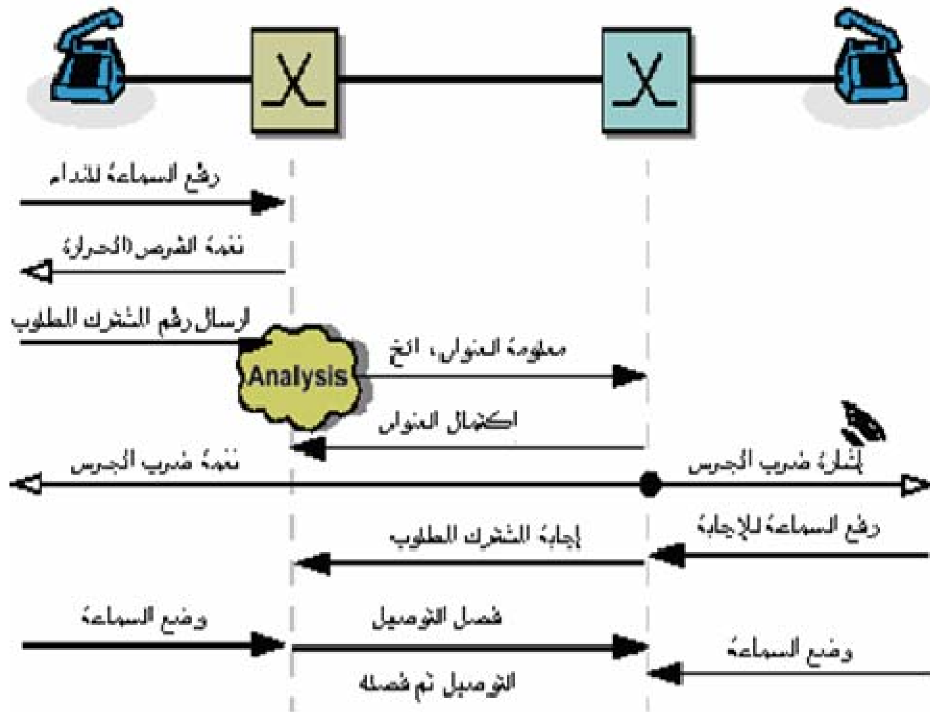
الشكل (٦- ١٠) نغمة المشغولية

٦- إشارة الإخلاء (أو الإنهاء) **Clear signal**

هى إشارة يرسلها المشترك لإخبار المقسم بأن المشترك أنهى المكالمة الهاتفية وهذه الإشارة تخرج بمجرد وضع السماعة لإنهاء المكالمة



الشكل (٦- ١١) إشارة إنهاء المكالمة (الإخلاء)



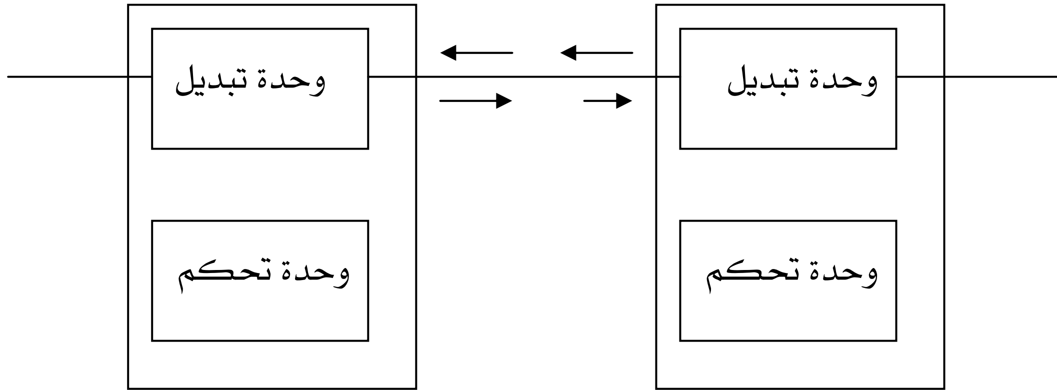
الشكل (٦- ١٢) تخطيط إجمالي للإشارات السابقة مجتمعة لإنشاء و إنهاء مكالمة معينة

ثانياً: إشارات الخط Line Signals

يجدر بنا الآن أن نوضح بعض المفاهيم الأساسية التي قد تختلط على البعض منا ألا وهى:

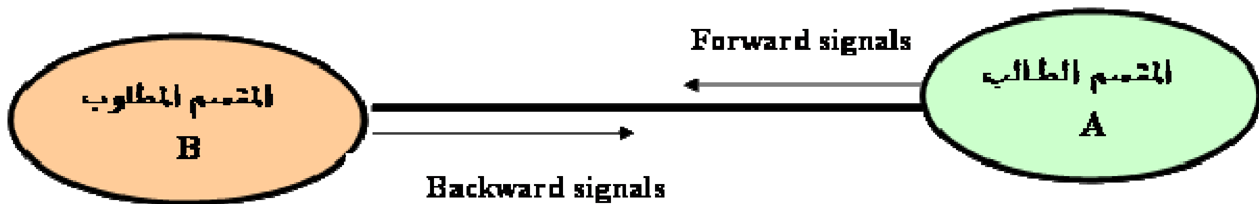
المشترك: هو خط أحد طرفيه موصل على المقسم و الطرف الآخر موصل على العدة الهاتفية أي أنه حلقة الوصل بين الإنسان والمقسم لذلك يطلق على إشارات المشترك أنها إشارات التفاعل (التجاوب) بين الإنسان والمقسم أو تسمى (Man / Machine interaction signals) لذلك فإنها تتسم بالسهولة و عدم السرعة .

الخط : هو خط أحد طرفية موصل على المقسم و الطرف الآخر موصل على مقسم آخر أي أنه حلقة الوصل بين المقاسم وبعضها البعض لذلك يطلق على إشارات الخط أنها إشارات التفاعل (التجاوب) بين المقاسم أو تسمى (Machine / Machine interaction signals) لذلك فإنها تتسم بالسرعة والتعقيد .



الشكل (٦- ١٣) يوضح إشارات الخط

و حيث إن التفاعل بين المقاسم متماثل فإن هذه الإشارات تُقسم إلى " أمامية "Forward signals " وخلفية Backward signals" وتسمى هذه الإشارات أمامية إذا كانت من جهة المقسم الطالب وتكون خلفية إذا كانت من جهة المقسم المطلوب كما هو مبين بالشكل التالي:



الشكل (٦- ١٤) يوضح الإشارات الأمامية و الخلفية بين المقاسم

و هذه الإشارات تشمل :

١- إشارات تقوم بحجز الخط بين المقاسم وذلك لتوفير المسار المطلوب لتحقيق المكالمة .

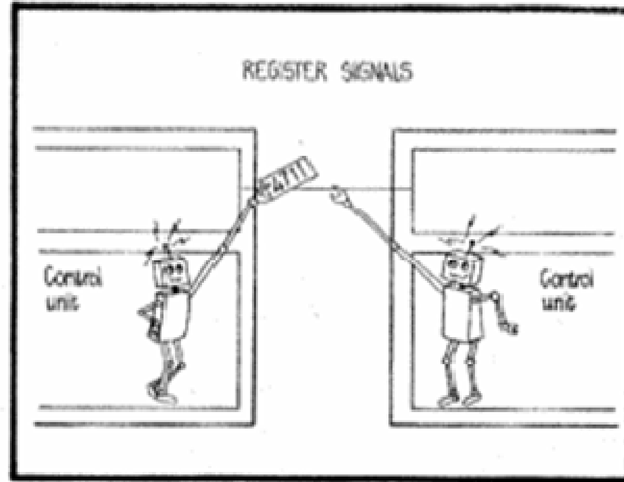
٢- إشارات تقوم بإخلاء الخط الذي سبق حجزه وذلك بعد انتهاء المكالمة الهاتفية.

٣- إشارات تقوم بإخبار وحدة التحكم بالمقسم لتغيير حالة الخط من مشغول Busy إلى فارغ Idle حتى يمكن استخدامه في مكالمة أخرى .

٤- إشارات تقوم بمراقبة حالة الخط و إعطاء إشارة إلى وحدة التحكم في حالة وجود عطل به لعزله من الخدمة وكذلك إعطاء إشارة إلى وحدة التحكم لإعادته إلى الخدمة فور زوال العطل.

ثالثاً: إشارات المسجلات Register Signals

هى إشارات تحمل في طياتها البيانات المتبادلة بين المقاسم . فمثلاً إذا أراد المشترك x التابع للمقسم A أن يتصل بالمشترك y التابع للمقسم B فإن المشترك x يرسل رقم المشترك المطلوب إلى مسجل المقسم A الذي يقوم بدوره بإرسال الرقم إلى المسجل الآخر في المقسم B وهذا هو مفهوم إشارات المسجلات كماهو موضح بالشكل التالي:

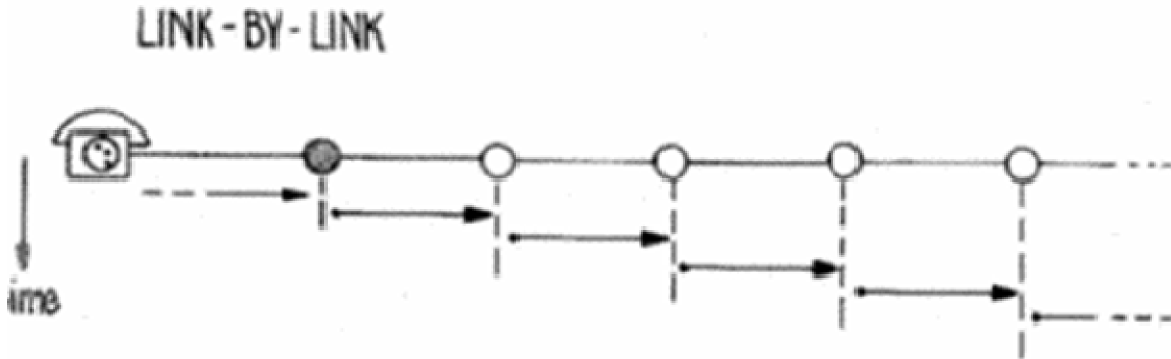


الشكل (٦- ١٥) إشارات المسجلات

لذلك فإن إشارات المسجلات أكثر تعقيداً لهذا سنكتفي بدراسة أكثر أنواع التأشير بين المسجلات استخداماً وهي:

١- تأشير حلقة بواسطة حلقة **Link – by – Link signaling**

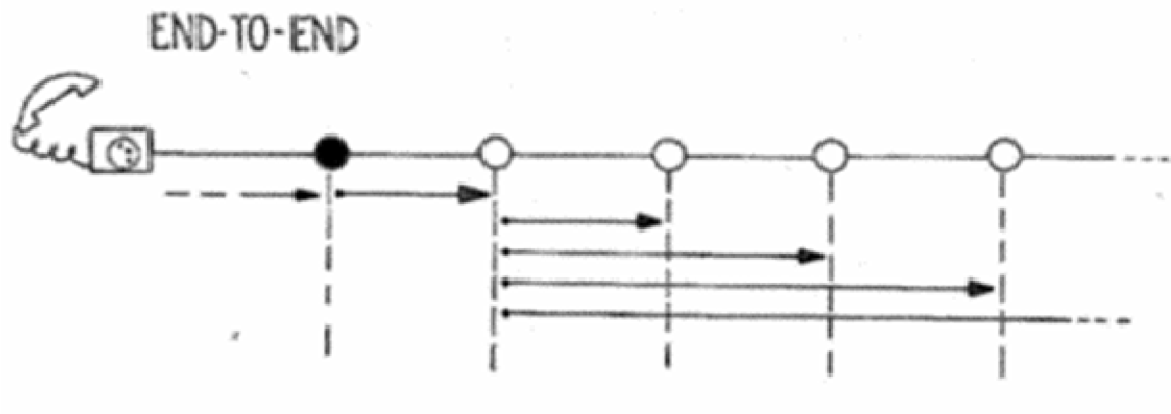
فى هذا النوع يقوم المقسم بإرسال بيانات المشترك المطلوب إلى المقسم التالي له في المسار وتنتهي مسؤوليته عند هذا الحد.



الشكل (٦- ١٦) تأشير حلقة بواسطة حلقة

٢- تأشير طرف لطرف End – to- End Signaling

فى هذا النوع يقوم المقسم بإرسال بيانات المشترك المطلوب إلى المقسم التالي ثم ينتظر حتى يستقبل إشارة قبول من ذلك المقسم فيقوم المقسم بإرسال بيانات المشترك المطلوب إلى المقسم الذي بعده ....وهكذا حتى نهاية المسار وفى هذه الحالة يكون مقسم بداية المسار هو المسؤول عن التحكم في المكالمة عبر المسار كله .



الشكل (٦- ١٧) تأشير طرف لطرف

طرق التأشير بين المقاسم Signaling methods

نظرة عامة :

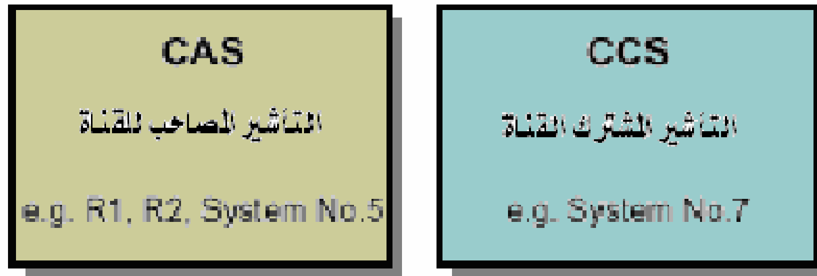
تتطلب عملية تبديل المعلومة بين عُقد الشبكة (أجهزة و قنوات تأشير) طرق تأشير واضحة بالنسبة لعُقد الشبكة حيث يقوم التأشير بين المقاسم بإعلام العُقد بما سيتم أداؤه عندما يتم إنشاء أو فصل هاتف أو نداء معلومات في توصيلات الدائرة المبدلة. خلال المحادثة الفعلية ، وعادة يحدد التأشير بنبضات العداد المنتقلة .

إشارات المشترك

في العقود الحديثة ، التطوير في التأشير بين المقاسم جعلها ضرورية للتمييز بين مجموعتين رئيستين من أساليب التأشير :

التأشير المصاحب للقناة	Channel-Associated Signaling (CAS)
تأشير القناة المشتركة	Common Channel Signaling (CCS)

فالتأشير المصاحب للقناة CAS يعرف بنظم التأشير R1,R2 system No.5 ، أما تأشير القناة المشتركة فيعرف بنظام التأشير رقم SS7 .



الشكل (٦- ١٨) التأشير بين المقاسم في شبكات الدائرة المبدلة

و عملية التصنيف إلى التأشير المصاحب للقناة CAS و تأشير القناة المشتركة CCS هو في الحقيقة تصنيف زمني فالنظام الأول هو نظام قديم و النظام التالي هو نظام حديث. و لذا فإن كل نظم التأشير التجارية هي عبارة عن التأشير المصاحب للقناة CAS .

و يجدر بالذكر أن نظام تأشير القناة المشتركة والمعروف SS7 ظهر منذ بداية الثمانينات . و هو يستخدم بالتوازي مع نظم التأشير المصاحبة للقناة CAS في معظم أجزاء شبكات الاتصالات حتى يومنا هذا. ومما لا شك فيه فإنه عاجلاً أم آجلاً ، سوف يستبدل تماماً نظام التأشير المصاحب للقناة CAS بنظام SS7 . حيث له من المميزات مالم يتوافر لأي نظام آخر من السعة capacity ، والسرعة speed ، والمعولية reliability ، و الأمان security ، والمرونة flexibility ، و الاقتصادية economy .

التأشير المصاحب للقناة CAS :

هو التأشير الذي يتم فيه إرسال الإشارات الضرورية لتبديل الدائرة المعلومة ، خلال الدائرة نفسها أو خلال قناة التأشير المصاحبة دائماً لها.

مازال نظام CAS مستخدماً لقطاع كبير في PSTN ، إلا أنه عند زيادة اتساع الشبكة تم تطبيق نظام تأشير القناة المشتركة CCS غالباً و بدون استثناءات .

و الصفة المميزة لنظام CAS – حيث تم استخدامه في كل من الشبكات التماثلية و الرقمية – هو أن الإشارات و الصوت يتم انتقالهما بطول نفس المسار خلال الشبكة .

وفي الشبكات التماثلية و الرقمية ، يتم انتقال جميع الإشارات لنداء معين خلال قناة سمعية مناسبة. وهناك ثلاث طرق للتأشير مستخدمة في الشبكات الهاتفية هي:

١- التأشير بالتيار المستمر (DC)

٢- التأشير بالتردد السمعي (VF)

٣- التأشير الرقمي

حيث سيتم شرح كل طريقة على حدة كما يلي :

١- التأشير بالتيار المستمر (DC)

يعتبر التأشير بالتيار المستمر أسلوباً قديماً ، بالرغم من بقائه شائعاً في عديد من البلدان . حيث يتم انتقال الإشارات كنبضات ، و بتغيير القطبية و المقاومة للتوصيلات المعدنية. و هناك نظم أخرى كانت متاحة .

وضع التأشير بالتيار المستمر على أساس وجود أو عدم وجود تيار أو جهد بالدائرة ، أو وجود قطبية معلومة للجهد. و تتضح حالة الإشارة بفعل وصل و فصل المفتاح الخطافي (on-hook, off-hook) ، أو نبضات القرص dial pulses ، أو حالة التوصيل الخارجي interconnection . هذه الإشارات هي عبارة عن إشارات رقمية من النوع وصل- فصل on-off .

وفي الدائرة الهاتفية المحلية ، يتضح أن وضع الفصل للمفتاح الخطافي يحدث عندما تكون السماعة موضوعة عليه و بالتالي يكون في وضع الفصل لدائرة الكلام و عليه لا يوجد تيار بالدائرة . بينما عندما يتم رفع السماعة من على المفتاح الخطافي بغرض النداء ، يتم توصيل دائرة الكلام مع المقسم و بالتالي يسير تيار التغذية (الحرارة) مما ينبه المشترك إلى توصيلها فيقوم بإرسال أرقام المشترك المطلوب. أما نبضات القرص فهي عبارة عن تيار التغذية (الحرارة) تم تقطيعه بمعدل معين و بعدد نبضات معينة .

وهناك نوع من التأشير بالتيار المستمر يسمى " تأشير البطارية العكسية reverse battery signaling " و هو يستخدم بين مراكز التبديل central offices لبيان حالة التوصيل المبدل. عندما يطلب مقسم الطرف القريب خدمة هاتفية ، يتم مسك خط رئيس شاغر idle . تتواجد قطبية الجهد المعلوم على الرئيس حيث توضح للطرف القريب أن الهاتف المطلوب دائرة الكلام الخاصة به مفصولة و جار ضرب الجرس. يعترف مقسم الطرف البعيد و يبين للطرف القريب أن جزئية المطلوب تم إجابتها بواسطة عكس قطبية البطارية .

ويتم استخدام تأشير الأذن و الفم E&M لنفس الغرض على الخطوط الرئيسة الطويلة بين المقاسم أو القصيرة short-haul toll trunks . هذا النوع من التأشير يتطلب فرعي سلك زيادة في دوائر البداية و النهاية الرئيسة – إحداهما للطرف E و الآخر للطرف M . حيث تستخدم الأسلاك المنفصلة لكل منهما ، فإن حالتي الفصل و الوصل للخطاف يمكن أن تكون مؤشرة من كل من طرفي الدائرة كما هو موضح بالجدول التالي (١) . و هذا يسمح للتأشير لأن يكون مرسلاً في كلا الاتجاهين في نفس الوقت بدون التداخل مع أي منهما. أحياناً يتم استخدام سلكين لكل إشارة لتجنب مشاكل الضوضاء الناتجة عن الأرضي المشترك الجدول (١) يبين استخدام تأشير الأذن والفم E&M.

الحالة	الطرف E	الطرف M
حالة فصل الخطاف on-hook	فصل	أرضي
حالة وصل الخطاف off-hook	أرضي	جهد البطارية

٢- التأشير بالتردد السمعي (VF)

و هو يعرف أيضاً بالتأشير النغمي tone signaling أو بالتأشير بالتيار المتردد AC signaling و هو يعتبر أكثر حداثة من نظام التأشير بالتيار المستمر ويتم استخدامه لاتساع أكبر وكلاهما عند مستويات عبور محلية و دولية.

و في هذا النظام يتم استخدام العديد من النغمات tones لتحقيق التحكم و بيان حالة النداء . و ربما تكون النغمات ذات تردد مفرد أو تركيبة من عدد من الترددات. و هي عبارة عن إشارات تماثلية و التي

قد تظهر في حالة مستمرة أو متقطعة بمعدلات مختلفة .. على سبيل المثال ، نغمة القرص dial tone ، وهي عبارة عن نغمة مستمرة تتكون من تركيبة من الترددين ٣٥٠ هيرتز و ٤٤٠ هيرتز . و إشارة المشغولية و التي تبلغ المشترك الطالب أن هاتف المشترك المطلوب مشغول (سماعته مرفوعة) هي عبارة عن نغمة ترددية متراكبة حيث تظهر متقطعة كل نصف ثانية . و إشارة تحذير وصل المفتاح الخطأ في للمستقبل (الوضع الخاطئ لسماعة اليد) ، هي عبارة عن نغمة ترددية متراكبة من أربعة ترددات حيث تظهر لفترة ٠,١ ثانية و تختفي لفترة ٠,١ ثانية. هذه الإشارة تكون عالية الجهارة جداً لكي تنبه أي شخص من عدم وضع السماعة في الوضع الصحيح على المفتاح الخطا في. كل هذه النغمات ، عبارة عن تأشير داخل النطاق in-band signaling .

و يجدر بالذكر أن التأشير النغمي بين المقاسم ربما يكون تأشيراً داخل النطاق in-band السمعي أو خارج النطاق السمعي out-band .و الاستخدام الأكثر شيوعاً هو لنغمات أحادية التردد single frequency (SF) و هي ٢٦٠٠ هيرتز لتأشير داخل النطاق و ٣٧٠٠ لتأشير خارج النطاق . تم تحويل إشارات E&M إلى نغمة أحادية التردد SF للتراسل على نظم التحميل لأن إشارات التيار المستمر لا نستطيع إرسالها. التأشير متعدد التردد Multifrequency Signalling (MF) يستخدم ستة ترددات هي : ٧٠٠ و٩٠٠ و ١١٠٠ و ١٣٠٠ و ١٥٠٠ و ١٧٠٠ هيرتز لإرسال معلومات العنوان address information (رقم الهاتف) . هذه الترددات يتم استخدامها أزواجاً لتمثيل الأرقام من الصفر إلى ٩ و بعض وظائف التحكم مثل DTMF حيث يتم استخدامها في العدة الهاتفية .

الجدول(٢) التأشير النغمى (التأشير بالتردد السمعى):

النغمة - freq	التردد – freq	فترة التوصيل (ثانية)	فترةالفصل (ثانية)
القرص dial	٤٤٠+٣٥٠	مستمرة	-
المشغولية busy	٦٢٠+٤٨٠	٠,٥	٠,٥
الضرب الخلفي ، عادي ringback	٤٨٠+٤٤٠	٢	٤
الضرب الخلفي ،	٤٨٠+٤٤٠	١	٣

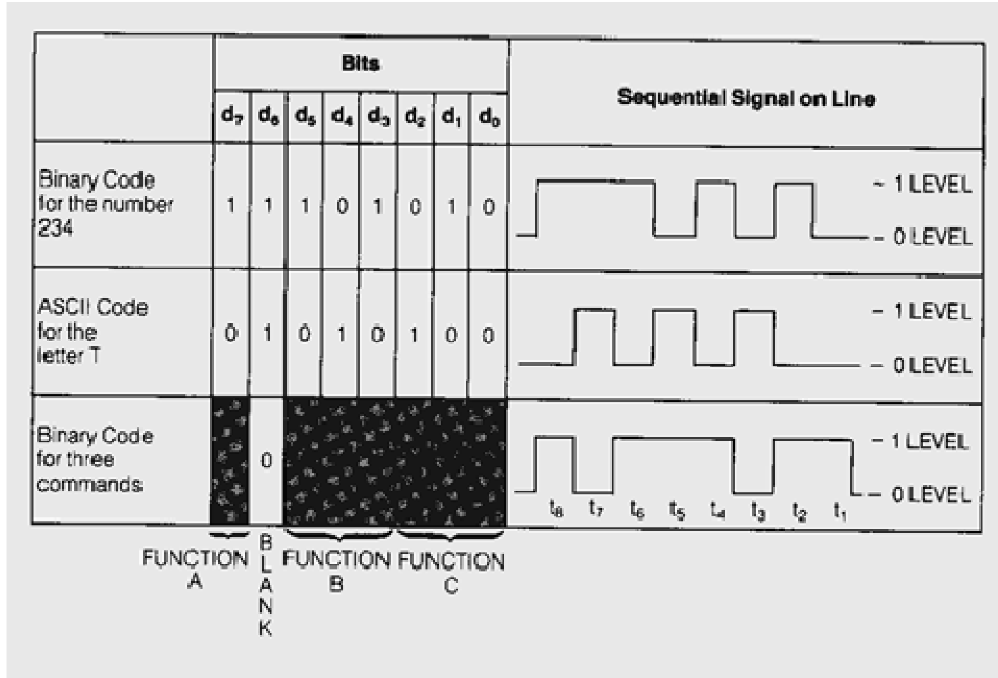
PBX			
الأختناق congestion	٦٢٠+٤٨٠	٠,٢	٠,٣
إعادة النداء reorder-recall	٦٢٠+٤٨٠	٠,٣	٠,٢
الوضع الخطأ للسماعة receiver off-hook	٢٦٠٠+٢٤٥٠+٢٠٦٠+١٤٠٠	٠,١	٠,١
لايوجد الرقم	٢٠٠ إلى ٤٠٠	مستمرة ،معدلة التردد عند معدل ١ هيرتز	مستمرة ،معدلة التردد عند معدل ١ هيرتز

٣- التأشير الرقمي :

في الشبكات الرقمية ، يتم انتقال الإشارات في الشقبيات الزمنية السمعية voice time slots لكل حلقة PCM ، أو في شقب زمني للتأشير المنفصل (عادة الشقب الزمني رقم ١٦).

فبدلاً من تقطيع الجهد المستمر، كما في حالة التأشير بالتيار المستمر، أو تقطيع النغمات المستمرة ، يمكننا استخدام إشارات ذات شفرة رقمية للتحكم و المراقبة. و بدلاً من إشارات الوصل و الفصل on-off التي تحدث بأزمنة عشوائية ، تم تركيب إشارات من الأرقام الثنائية 0,1 المضبوطة الزمن . الشكل (١٩) يوضح هذا النوع من الإشارات. وفي نظم الهاتف ربما يتم تمثيل الأرقام الثنائية بمستويات جهد أو تيار . لاحظ أن الأرقام الثنائية تحدث في تعاقب زمني معين. على سبيل المثال ، في الشكل (١٩) شفرة الأرقام الثنائية تتكون من ٨ أرقام ثنائية من d_0 إلى d_7 دائما تحدث في نفس الشقب الزمني، t_1 إلى t_8 ، عند إرسالها على التعاقب.

و على ذلك فإن معلومات التحكم يمكن احتواؤئها في الشفرة الرقمية بعدة طرق. كل الأرقام الثنائية (٨ أرقام) المكونة للشفرة ربما تستخدم كمجموعة لتمثيل رقم في الحيز من صفر حتى ٢٥٥ . و الشفرة ثنائية الأرقام للعدد ٢٣٤ موضحة بالسطر الأول من الشكل (١٩) . و على الجانب الأيسر تم تمثيلها بتركيبة من الأرقام الثنائية ، بينما على الجانب الأيمن ، تم تمثيل الشفرة بمستويات جهد أو نبضات. أو ربما تمثل مجموعة شفرة الثمانية أرقام الثنائية حرف من حروف شفرة البيانات. الحرف T في ASCII يوضح على السطر الثاني. كما يمكن تمثيل بعض الوظائف كما هو موضح على السطر الثالث.



الشكل (٦- ١٩) تمثيل الإشارات بالطريقة الرقمية

في الشبكات الرقمية ، يتم انتقال الإشارات في الشقبيات الزمنية السمعية voice time slots لكل حلقة PCM ، أو في شقب زمني للتأشير المنفصل (عادة الشقب الزمني رقم ١٦). و السبب في هذا الترتيب هو أنه توجد مجموعتان مختلفتان من الإشارات هما : إشارات المسجل register signals وإشارات الخط line signals .

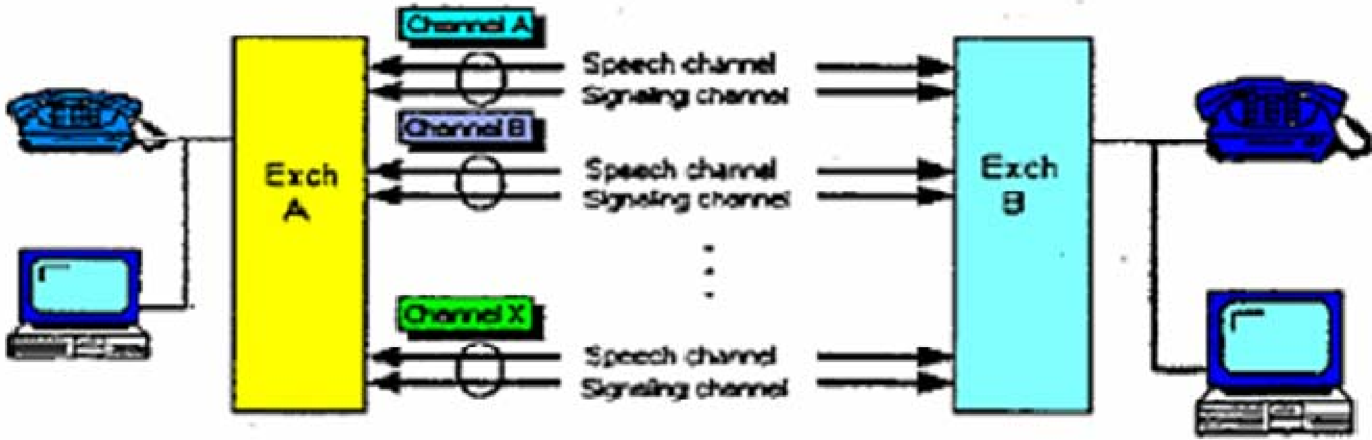
تحتوي إشارات المسجل على معلومة وحيدة منسوبة إلى نداء نوعي (رقم الهاتف للمشترك المطلوب، على سبيل المثال) ، يتم انتقالها في الشقب الزمني السمعي المحجوز للنداء.

بينما إشارات الخط يمكن نسبها إلى حجز seizure الخط الرئيس إلى المقسم التالي، أو ربما تنقل رسائل للإعلام عن التغيرات الحالية على التوصيل النوعي(على سبيل المثال ، فصل release). هذه الإشارات يتم استخدامها بواسطة كل الشقبيات الزمنية السمعية و تكون عادة منقولة في الشقب الزمني رقم ١٦ لكل حلقة PCM .

و خلاصة الموضوع ، هو أن التأشير المصاحب للقناة CAS يعني أن انتقال الصوت وانتقال الإشارات يكون متكاملاً في بعض الطرق، لكن الصوت والإشارات مع ذلك ينتقلان في نفس المسار خلال الشبكة. و ربما نقول أيضاً إن التأشير يكون مصاحباً مع القناة السمعية المستخدمة إياه للنداء .

التأشير CAS خلال حلقات PCM30 :

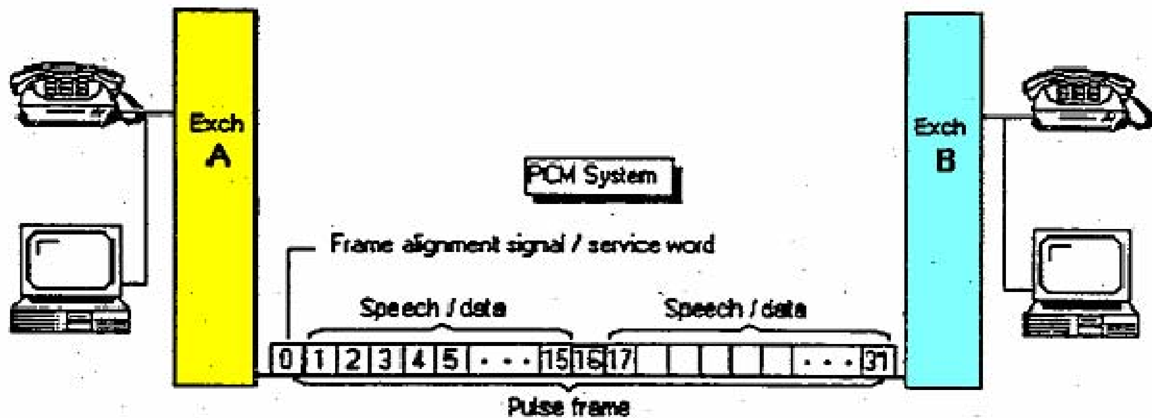
يتم إرسال التأشير للثلاثين قناة كلام في القناة رقم ١٦ في نظام PCM30 . في هذه الحالة يتم توزيع القناة ١٦ لكل قناة كلام فقط لفترة قصيرة من الزمن. و الشكل (٦- ٢٠) يوضح ذلك.



الشكل (٦- ٢٠) يوضح التأشير CAS.

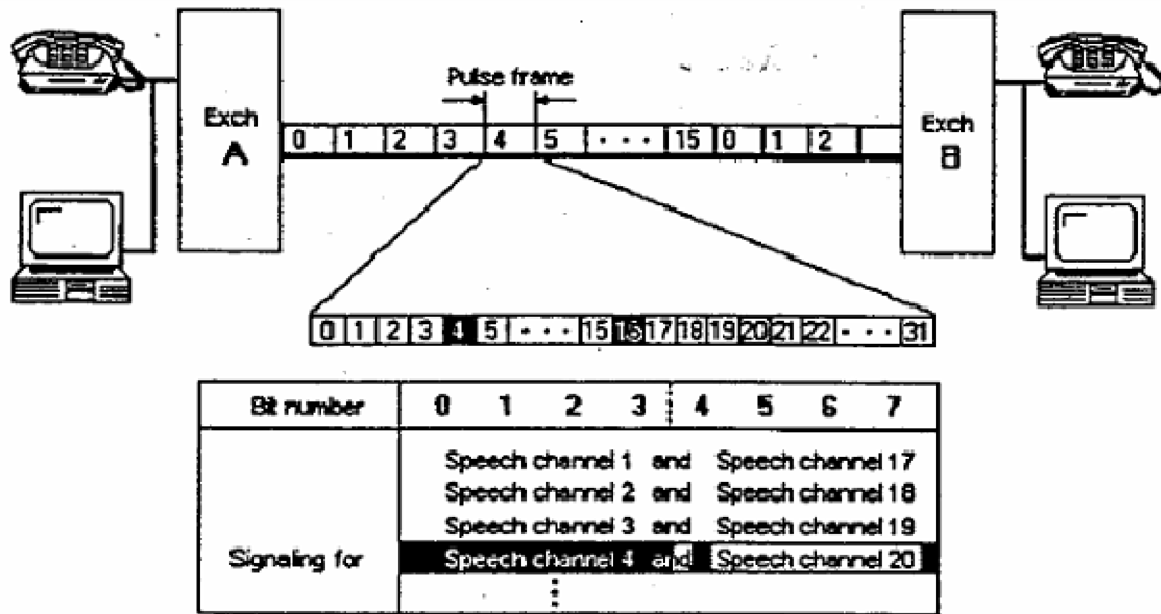
يتم توزيع القناة كما يلي :

لكل إطار نبضة ، يتم إرسال الإشارات لكل قناتي الكلام متزامنة في ثمانية أرقام ثنائية للقناة رقم ١٦ ، بعد ١٦ إطار نبضة يتم إعادة توزيع التأشير. و الشكل (٦- ٢١) التالي يوضح ذلك .



الشكل (٦- ٢١)توزيع القناة

حيث إن ثمانية أرقام ثنائية تكون كافية لتناول معلومات التأشير لكل قناتين . فكل أربعة أرقام ثنائية تكون مصاحبة لكل قناة من حلقة PCM . و باستخدام مبدأ الإطار المتعدد و الذي يتكون من ١٦ إطاراً مرقومة من الصفر إلى ١٥ ، فإن الشقب ١٦ يمكنه أن يستخدم كل إطار، من الإطار رقم ١ إلى الإطار ١٥ ، لمسك معلومات التأشير لشقبي زمن مختلفين . و خلال أحد الإطارات المتعددة، فإن كل قنوات الكلام الثلاثين تستخدم قناة التأشير. و من المعروف أن أربعة ارقام ثنائية تعطي ١٦ تركيبة مختلفة. و لأغراض عملية ، لا يستخدم الشفرة 0000 .

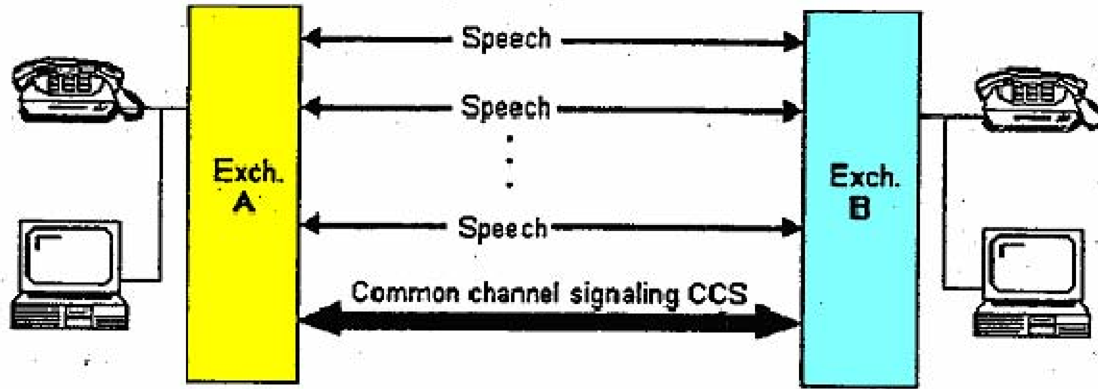


الشكل (٦- ٢٢) توزيع القناة رقم ١٦ على قنوات الكلام

تأشير القناة المشتركة CCS

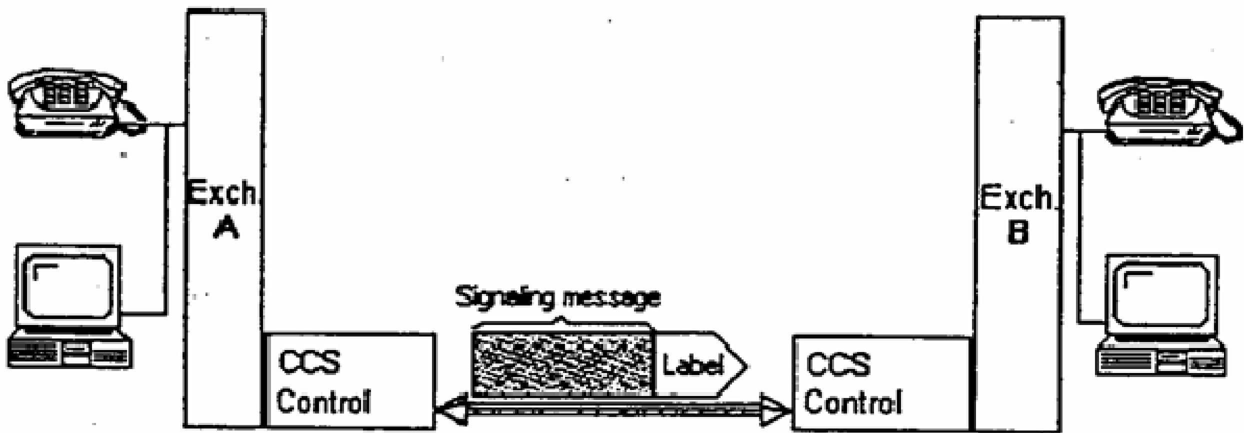
هو التأشير الذي يتم فيه استخدام إحدى القنوات في كل حلقة PCM للتأشير (التحكم وتقرير و ترتيب الحركة) في كل قنوات الحلقة. القناة المستخدمة في التأشير لا تحمل أي صوت أو بيانات فهي مخصصة فقط للتأشير.

يعني تأشير القناة المشتركة أن عملية التأشير كاملة لكل قنوات الكلام تتم خلال قناة تأشير واحدة. والشكل (٦- ٢٣) يوضح هذا المعنى .

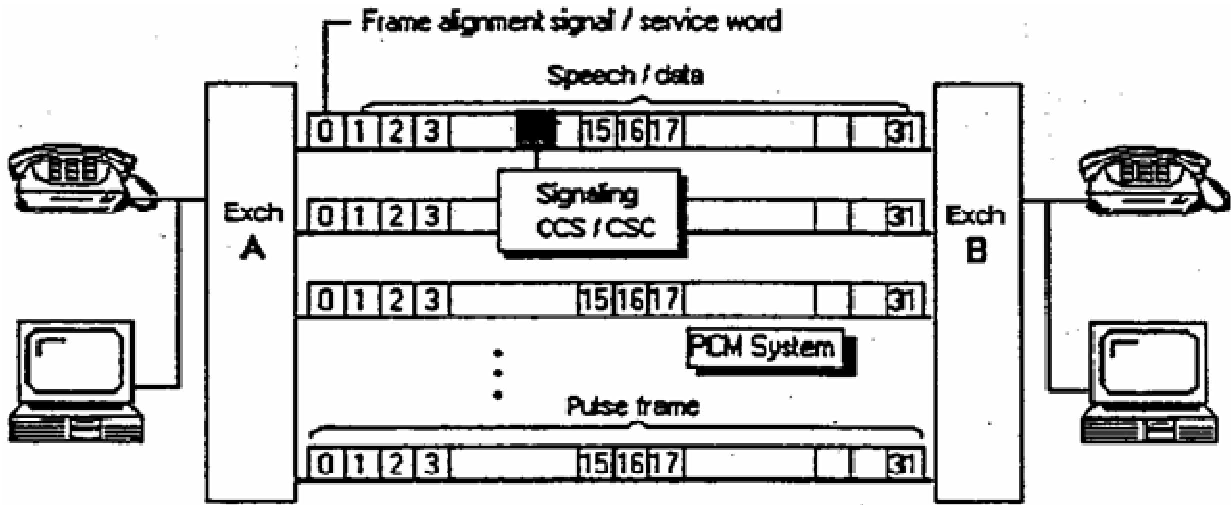


الشكل (٦- ٢٣) تأشير القناة المشتركة

فالتأشر يتم إرساله خلال قوالب بيانات بأطوال متغيرة و ٦٤ كيلو رقم ثنائي ثانية. و الطابع يوضح إلى أي قناة كلام ينسب قالب البيانات. و الشكل (٦- ٢٤) يوضح هذا المعنى .

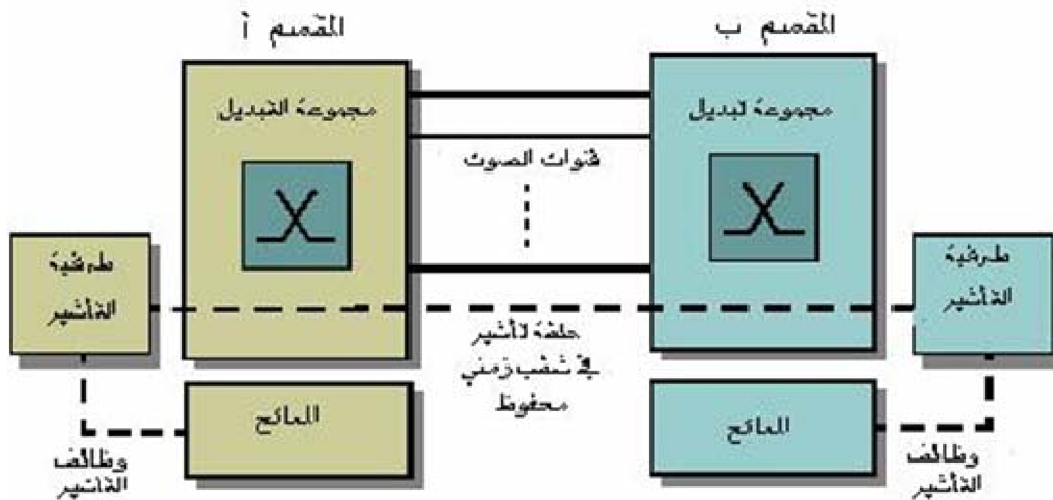


الشكل (٦- ٢٤)إرسال التأشير خلال قوالب بيانات بأطوال متغيرة



الشكل (٦- ٢٥)تأشير الشبكة

الهدف من تأشير الشبكة هو نقل معلومة التأشير بين المقاسم، و التي ربما تنسب إلى " المشتركين" في تأشير الشبكة. و حيث تقوم المعالجات للمقاسم بالاتصال مع كل منها ، فإننا نكون في محور اتصال البيانات. و معنى " القناة المشتركة " يكون جزء من شبكة البيانات حيث تشمل المعالجات. انظر الشكل (٦- ٢٦) .



الشكل (٦- ٢٦) تأشير القناة المشتركة

يقدم تأشير القناة المشتركة عدداً من المميزات ، ليس فقط من ناحية السعة. فزمن التأشير الكلي لكل نداء هاتفي قصير جداً . و هذا هو سبب جعل قناة مفردة وواحدة للتأشير المشترك لكي تضم كل عمليات التأشير بين مقسمين للربط بين الآف الشقبيات الزمنية الصوتية، حيث يكون مساوياً لبعض ٦٠ حلقة PCM .

ميزة أخرى لتأشير القناة المشتركة هو أنها مبدئياً ، يمكن لنفس نظام التأشير تدعيم خدمات في PSTN و ISDN و PLMN ، بمدى عريض من الإشارات لأغراض مختلفة.

و يمكن تلخيص خواص نظام SS7 كما يلي :

١- سعة عالية

٢- سرعة عالية

٣- معولية (عمر افتراضي كبير)

٤- مرونة

٥- تكلفة معقولة

النظم القياسية للتأشير المشترك (القناة) :

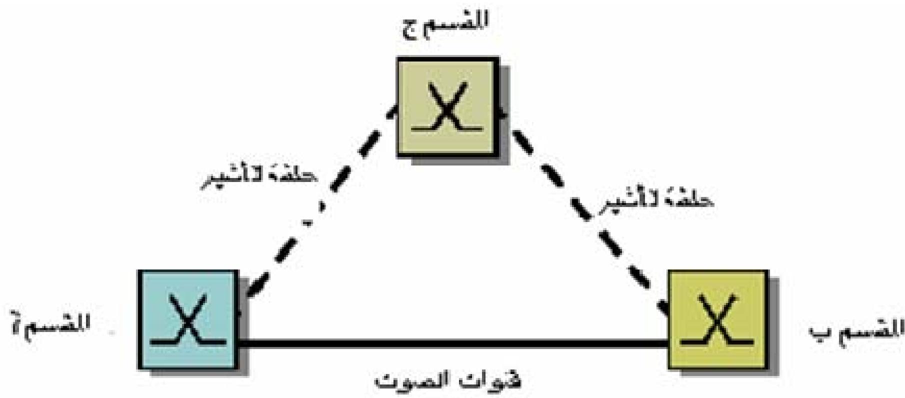
قام الاتحاد الدولي للاتصالات ITU-T (سابقاً CCITT) بنشر توصيات (التوحيد القياسي) لنظامي تأشير قناة مشتركة مختلفين. أحدهما ، يعرف بالمختصر SS6 ، تم استخدامه في بدايات ١٩٦٨ و نسب أساساً إلى الحركة الدولية . و الآخر عرف بالمختصر SS7 تم استخدامه في عام ١٩٨٠ و أصبح النظام السائد حتى يومنا هذا . و هو ينسب إلى الشبكات الرقمية و التي بها تنتقل المعدلات ذات ٦٤ كيلورقم ثنائي/ثانية التي تستخدم لقنوات التأشير. و بالتدريج تم استبدال نظام SS6 بقدرات أكبر.

شبكات التأشير Signaling networks :

شبكات التأشير هي مفهوم مستخدم في تأشير القناة المشتركة . و هو النوع الوحيد من التأشير الذي له شبكته للتأشير بين المقاسم.

و حيث إن سعة التراسل للنظام SS7 عالية جدا ، فعلى ذلك فإن كل المقاسم في الشبكة لا تحتاج أن تكون موصولة interconnected مع حلقات التأشير. ففي الشكل (٦- ٢٧) المقسمان (أ و ب) ليس لهما حلقات تأشير مباشرة بينهما ، و لكن كل منهما له حلقة مباشرة لمقسم ثالث ج . فالتأشير بين (أ و ب) يمكن أن يحدد مساره عن طريق ج.

لذا، تتكون شبكة التأشير من حلقات تأشير و مقاسم . وفي هذا المضمون ، يطلق على المقاسم في الشبكة اسم " نقاط التأشير (SP) " . تتكون الحركة في شبكة التأشير من انسياب رسائل الإشارة المنقولة بين نقاط التأشير.



الشكل (٦- ٢٧) يوضح حلقات التأشير

علاقات التأشير :

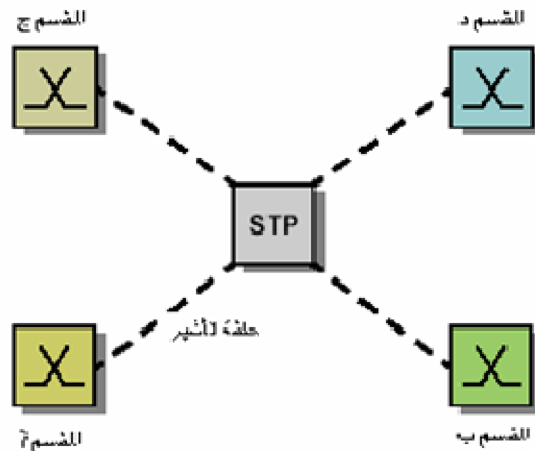
جميع المقاسم في الشكل (٦- ٢٨) لها علاقات تأشير مع كل منها ، حيث يعني أن كل هذه المقاسم يمكنها إرسال و استقبال رسائل الإشارة فيما بينها. أحد هذه المقاسم – نقطة نقل إشارة Signal Transfer Point (STP) – يعمل كمقسم في شبكة التأشير و يؤكد أن انسياب الرسائل يصل لمستقبله الحقيقي.نقطة نقل الإشارة لا تؤثر بأي طريقة على الرسالة – فقط تقوم بقراءة عنوان نقطة التأشير الخاصة بها و تحدد مسار الرسالة في شبكة التأشير.

و تعتبر نقطة نقل الإشارة سواء نقطة نقل الإشارة المتكاملة أو المفردة . فنقطة نقل الإشارة المتكاملة هي نقطة التأشير التي ربما تكون الناقلة لرسائل الإشارة من نقاط تأشير أخرى، و لكن أيضاً ربما تكون نفسها الراسلة ، أو المستقبلة ، لرسائل الإشارة.

بينما تعتبر نقطة نقل الإشارة المفردة Stand-alone STP عُقدة شبكة والتي فقط تكون مهمتها: نقل رسائل الإشارة بين نقاط التأشير في الشبكة. ونقطة نقل الإشارة المفردة هذه لها سعة أعلى من سعة نقطة نقل الإشارة المتكاملة بمقدار أربع إلى خمس مرات، لأن كل سعة وحدات المعالجة بها يمكن أن تستخدم لمهمة مخصصة.

وفي نقطة نقل الإشارة المتكاملة ، حيث هي عادة مقسم انتقالي transit exchange بنفس وظيفة STP ، كل خطوات التبديل للنداءات تكون أيضاً ممسوكة. و هذا يتطلب جزءاً كبيراً تماماً من سعة وحدات المعالجة الخاصة بها.

في شبكة التأشير لنظام SS7 ، أغلب الحلول المشتركة هي تحقيق نقاط نقل إشارة متكاملة . في مناطق العاصمة ، حيث يكون حمل الحركة عالياً جداً، فإننا نحتاج إلى ربط نقاط نقل إشارة مفردة .



الشكل (٦- ٢٨) يوضح نقطة نقل إشارة

تدريبات على الوحدة

١. مامعنى التأشير ؟

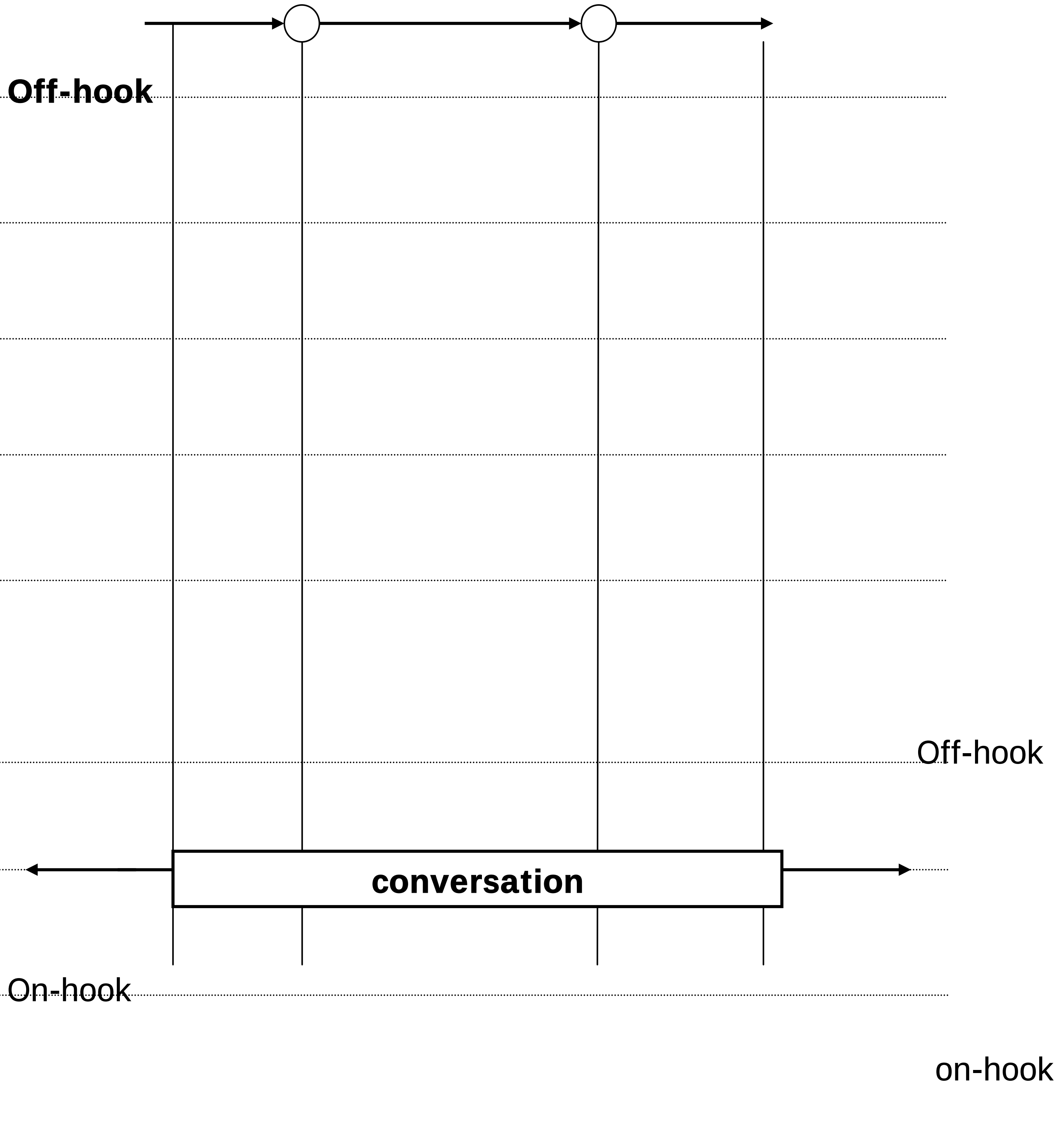
٢. عرف : إشارات المشترك و إشارات الخط و إشارات المسجل

٣. اشرح التأشير المصاحب لقناة الاتصال

٤. أكمل الجدول التالي:

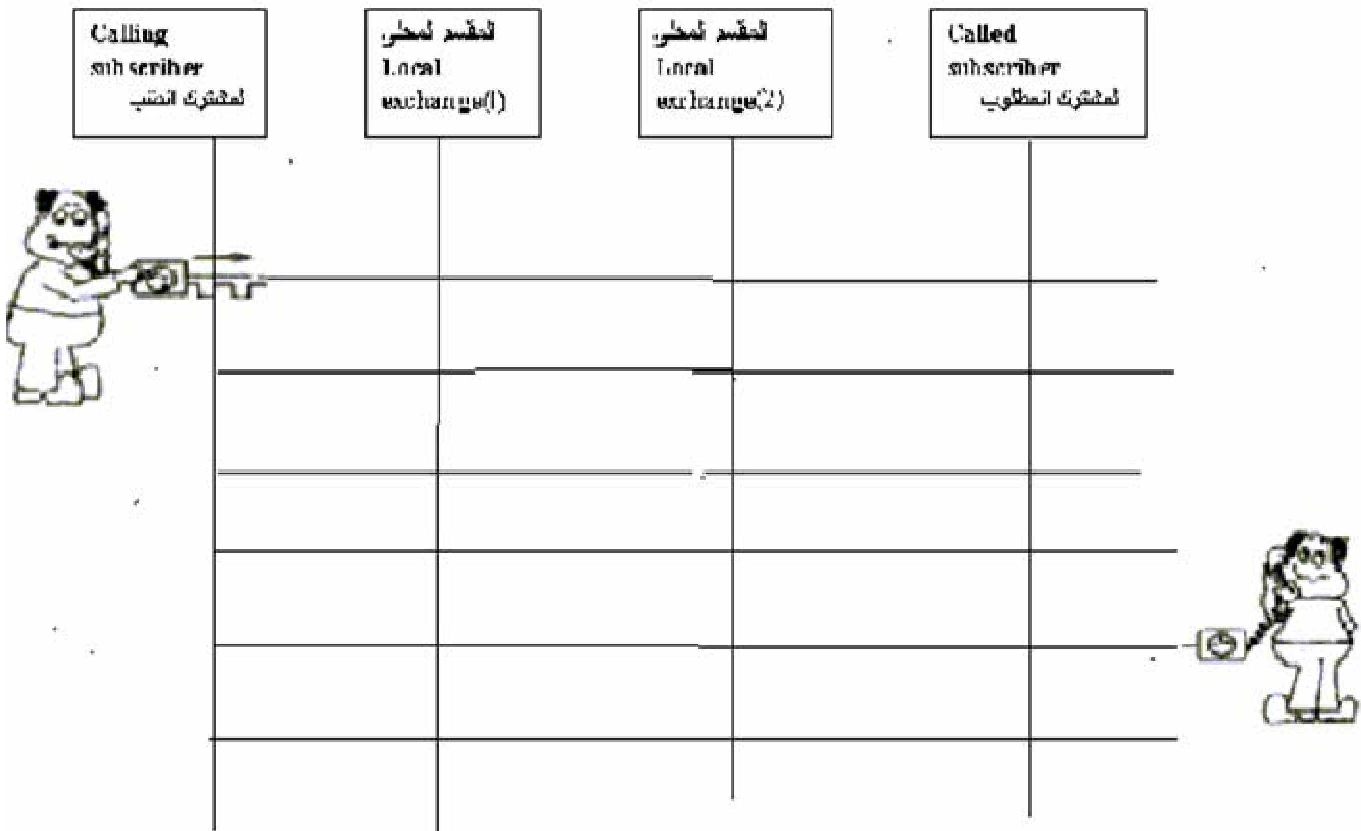
signal	Generated from	Sent to
Dial tone		
Ring signal		
Ring control tone		
Mixed frequency		
Pulse of dialing		

٥ - تتبع الإشارات المتبادلة بين المشترك والمقسم منذ رفع المشترك الطالب السماعة لطلب الرقم وحتى يقوم المشترك المطلوب برفع السماعة للرد على المكالمة


Off-hook
Off-hook
conversation
On-hook
on-hook

٦– ماذا يحدث عندما يضع المشترك الطالب السماعة بعد انتهاء المكالمة (اشرح بالتفصيل)؟

٧) تتبع الإشارات المتبادلة بين المشترك والمقسم منذ رفع المشترك الطالب السماعة لطلب الرقم وحتى يقوم المشترك المطلوب برفع السماعة للرد على المكالمة



٨ – ماذا يحدث عندما يضع المشترك الطالب السماعة بعد انتهاء المكالمة؟

بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب ، يقوم المتدرب بتعبئة هذا النموذج :

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب على ....

قيم نفسك و قدراتك بواسطة إكمال هذا التقويم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة ، و ذلك بوضع علامة (√) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، و في حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرب عليه :

العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١- .... ٢- .... ٣- ٤-				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات(البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، و في حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

أساسيات الهاتف والمقاسم الرقمية

تخطيط الأرقام في الشبكة

الوحدة السابعة : تخطيط الأرقام في الشبكة

الجدارة : التعرف على نظام تخطيط الأرقام في الشبكة الهاتفية

الأهداف : عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادراً بإذن الله على التعرف على النظم المتبعة في تخطيط الأرقام في الشبكة الهاتفية وعلاقة الأرقام في كل مقسم بالمقاسم المجاورة .

مستوى الأداء المطلوب : ٨٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب : ٣ساعات

الوسائل المساعدة :

١- سبورة .
٢- جهاز عرض بروجبكتور مع حاسب
٣- دراسة الترقيم الفعلي في المدينة أو المنطقة التابعة وربطه بالدراسة

متطلبات الجدارة :

عمل مناقشات للربط بين توزيع الأرقام على المقاسم في المدينة الواحدة والترقيم على مستوى المملكة

الوحدة السابعة : تخطيط الأرقام في الشبكة

الجدارة : التعرف على نظام تخطيط الأرقام في الشبكة الهاتفية

الأهداف : عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادراً بإذن الله على التعرف على النظم المتبعة في تخطيط الأرقام في الشبكة الهاتفية وعلاقة الأرقام في كل مقسم بالمقاسم المجاورة .

مستوى الأداء المطلوب : ٨٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب : ٢ ساعات

الوسائل المساعدة :

١- سبورة .
٢- جهاز عرض بروجيكتور مع حاسب
٣- دراسة الترقيم الفعلي في المدينة أو المنطقة التابعة وربطه بالدراسة

متطلبات الجدارة :

عمل مناقشات للربط بين توزيع الأرقام على المقاسم في المدينة الواحدة والترقيم على مستوى المملكة

تخطيط الأرقام في الشبكة

نظام الترقيم Numbering System

النظام الضروري لأي شبكة هاتفية مكتظة بعدد كبير من المشتركين هو نظام الترقيم و الذي يخصص فيه لكل مشترك رقم إرشادي فريد قابل للاستخدام ، وجاهزاً للفهم ، و مشابه في تكوينه لجميع المشتركين الآخرين المربوطين على الشبكة . هذا الرقم ، عندما يتم إرساله إلى المقسم من أي موضع بالشبكة ، يعمل وكأنه شفرة لتعريف المشترك المطلوب. فهو يعطي كل معلومات المسار المطلوبة لنظم التبديل المنوط بها عملية التوصيل .

فإذا رغب مشترك النظام الهاتفي الكلام مع مشترك آخر بواسطة الهاتف ، فإنه أولاً سوف يرسل رقم المشترك المطلوب و بالتالي يكون قد أخبر المقسم بتعريف المشترك الآخر . و هذا التعريف أو العنوان يكون عددياً و لهذا يسمى رقم الهاتف أو رقم المشترك ، و الذي يمكن استخدامه للتحكم في إعداد التوصيل المرغوب . و بوضوح يجب أن يعرف رقم المشترك لكل المستخدمين للشبكة الهاتفية وأيضاً لعملية الاختيار في أجهزة المقاسم الهاتفية.

و يتكون رقم المشترك هذا من ١٤ رقماً أو أكثر ، إلا أنه من المرغوب تحديد بل و تقليل عدد الأرقام المكونة لرقم المشترك للثلاثة أسباب التالية:

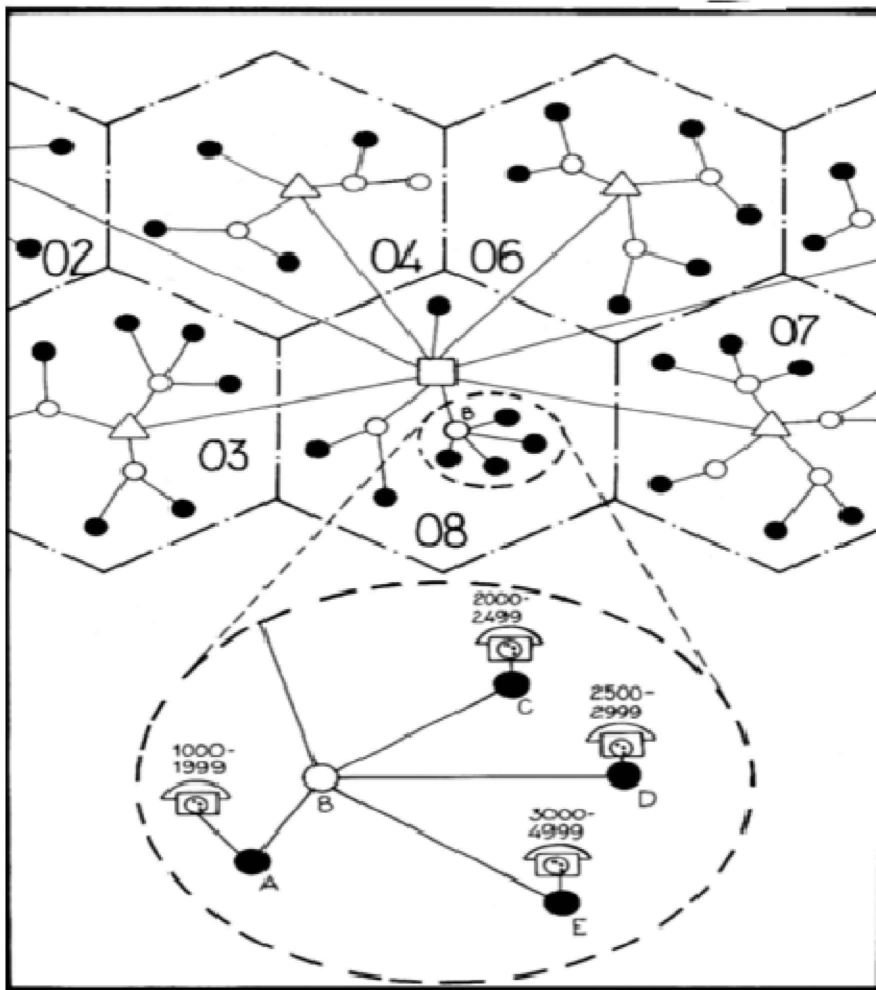
- في عديد من الأنظمة ، و بالأخص أنظمة الخطوة- فالخطوة ، نجد أن كمية الأجهزة العاملة مع المشترك الطالب تتوقف على عدد الأرقام المرسلة .
- و طبقاً للعوامل البشرية نجد أن احتمال الخطأ وارد كلما زاد عدد الأرقام للرقم المطلوب .
- رقم المشترك الأطول يحتاج لوقت أطول في الضرب و هذا يزيد زمن حجز المسجلات في المقسم.

لذلك فقد استخدم نظماً للترقيم لاستخدام أقل عدد من الأرقام يمكن تحديد المشترك المطلوب وذلك بتحديد عدد من الأرقام في :

١. المكالمات المحلية local calls
٢. المكالمات الخارجية(خارج المنطقة وداخل القطر) regional (national) calls
٣. المكالمات الدوليه international calls

في المكالمات المحلية يتم طلب شفرة المقسم متبوعة برقم المشترك وقد كان الترقيم في الماضي يخصص عدداً من الخانات لرقم المشترك وعدداً آخر من الخانات لشفرة المقسم ولكن عندما زادت سعات المقاسم زيادة كبيرة أصبح الترقيم يخصص عدداً من الخانات تكفي لعدد المقاسم في المنطقة وباقي الخانات لرقم المشترك داخل المقسم.

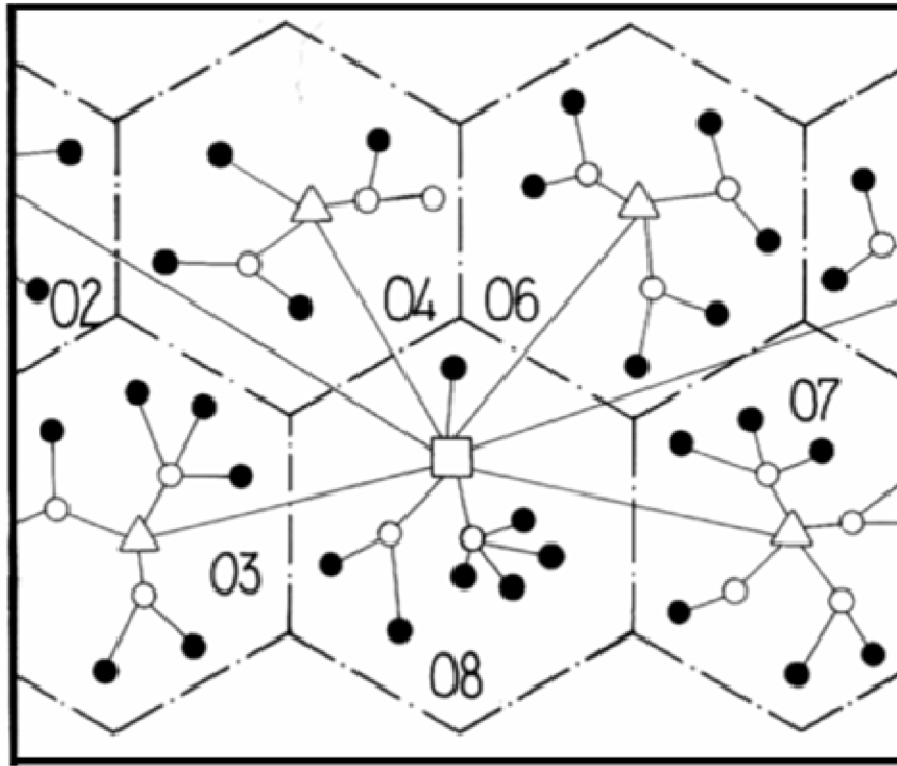
رقم المشترك + شفرة المقسم

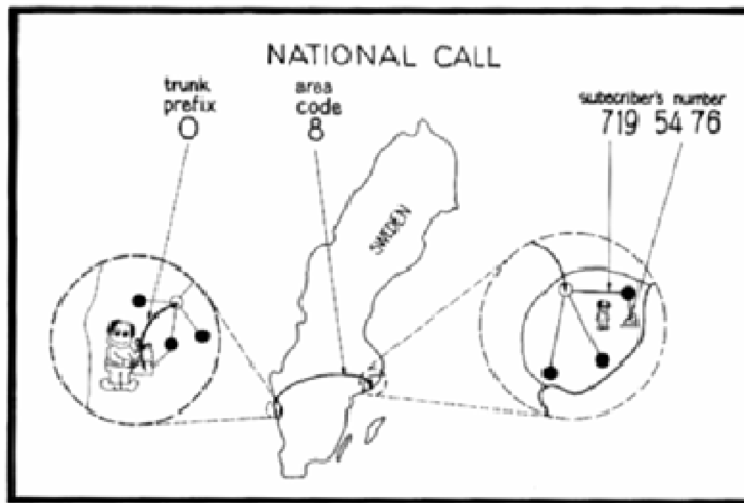


فى المكالمات التي تتم خارج المنطقة وداخل القطر فإنه يستلزم طلب رقم المنطقة التي يتبعها المشترك المطلوب متبوعاً بشفرة المقسم ثم رقم المشترك .

رقم المشترك + شفرة المقسم + شفرة المنطقه

xx + xx + xxxxx

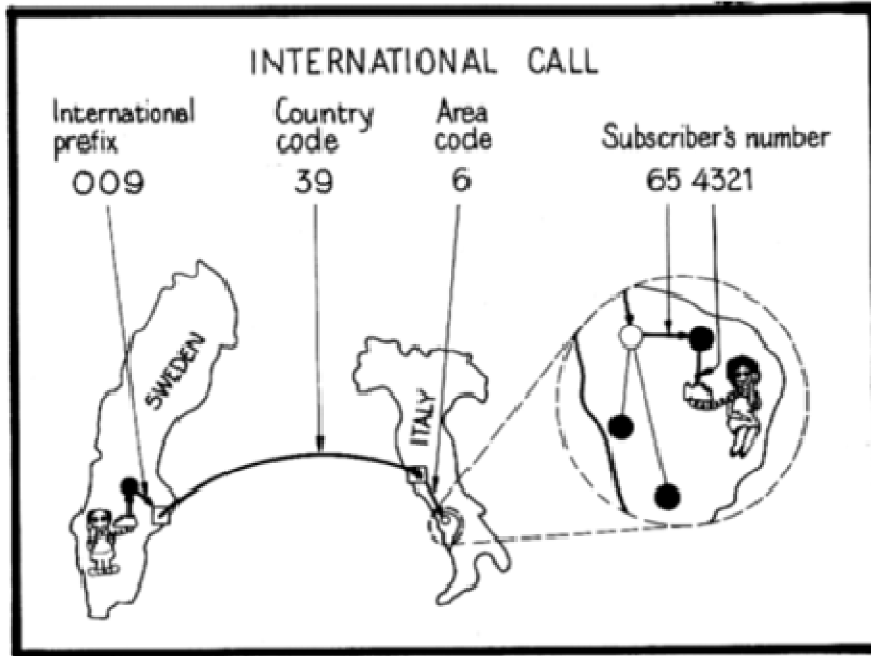




وفى المكالمات الدولية فإن المشترك المتدرب عليه أن يحدد رقم الدولة التي يتبعها المشترك المطلوب ثم يحددالمنطقه أو المدينة ثم المقسم (إذا كان في المدينة أكثر من مقسم) ثم رقم المشترك.

رقم المشترك + شفرة المقسم + شفرة المنطقة + شفرة الدولة

xxxxx + xx + xx + xxx



وهناك ثلاثة أنواع من نظم الترقيم المتبعة دولياً هى:

- الترقيم المتصل linked numbering scheme
- الترقيم غير المتصل non-linked numbering scheme
- الترقيم المرن flexible numbering scheme

في هذا النظام يكون عدد الأرقام لكل مشترك غير ثابت في نفس المدينة وفى نفس المنطقة كأن يكون لبعض المشتركين ستة أرقام والبعض الآخر سبعة أرقام كما هو الحال قبل عشر سنوات في القاهرة كان هناك مقاسم أرقامها ستة أرقام ومقاسم أخرى أرقامها سبعة أرقام.

وقد يكون هذا الاختلاف في عدد خانات شفرة المنطقة كما هو الحال في ترقيم مناطق مصر فبعضها خانة واحدة مثل القاهرة والإسكندريه ومرسى مطروح أو خانتان مثل باقى مناطق مصر.

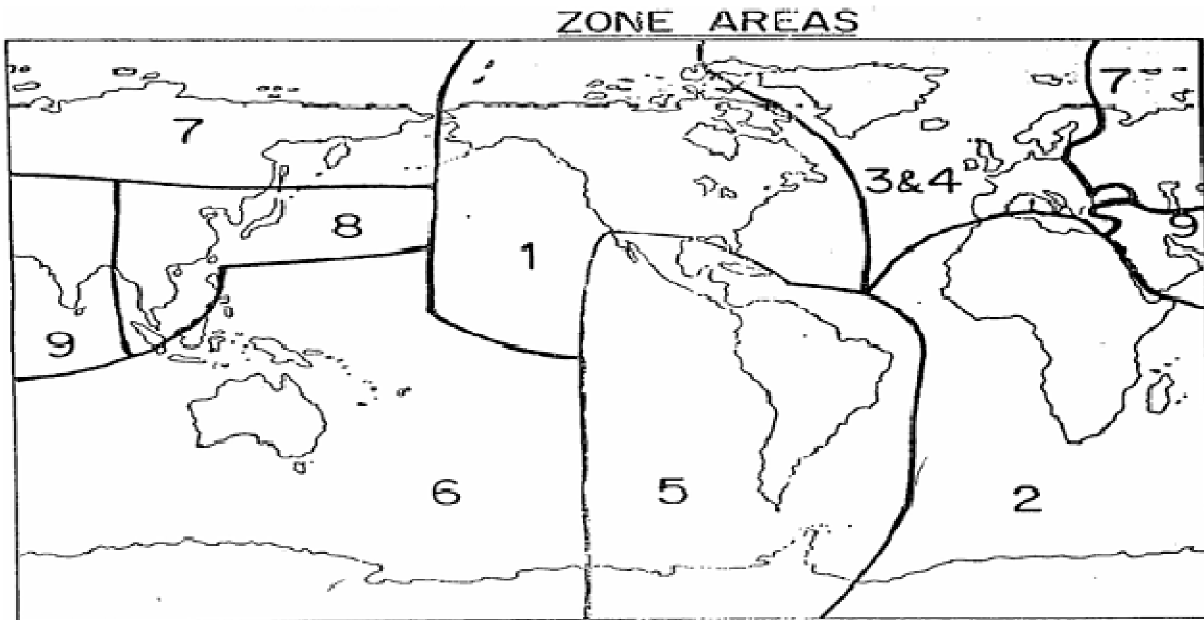
وقد كان ذلك في الماضي يسبب مشاكل في المقاسم المحلية التي يتبعها المشترك الطالب منها تأخير تنفيذ المكالمة كذلك عدم التزامن في الإشارات بين المقاسم مما سبب عدم الاستفاده من كثير من خواص المقاسم . ولكن في المقاسم الحديثة أصبح هناك إمكانية التحكم في عدد الخانات المرسلة على كل مسار على حدة وذلك بإعطاء رقم المقسم المطلوب كشفرة للمسار الذي يحدد عدد الخانات التي يمكن طلبها على ذلك المسار مع استخدام خاصية تكرار الشفرة repeat code.

- **الترقيم الثابت** fixed numbering scheme

وهذا يعني أن عدد الأرقام للمشتركين ثابت في كل مستوى من مستويات الشبكة الهاتفية على مستوى الدولة. على سبيل المثال إذا كان هذا الترقيم متبع في المملكة العربية السعودية فإنه يكون عدد أرقام المشترك في الشبكة المحلية (على مستوى المنطقة أو المدينة أو مجموعة المدن) local area هو سبعة أرقام و يكون عدد أرقام المشترك على مستوى المملكة هو تسعة أرقام ويكون عدد أرقام المشترك على مستوى الشبكة العالمية هو اثني عشر رقماً وذلك في أي مكان على مستوى المملكة. وهذا الترقيم مُفضل للشبكة الهاتفية ومكوناتها وكذلك للمستخدم . فسهولته للمستخدم تتضح في إمكانية المستخدم العادي التعرف على رقم المشترك ورقم المنطقة بسهولة وبالنسبة للشبكة الهاتفية فإنه يتيح للمقاسم استخدام المسارات البديلة دون قيود مما يسهل الاتصالات داخل المناطق و المدن.

خطة الترقيم الدولية International Numbering Plan

تم تقسيم العالم إلى تسعة مناطق ترقيم هاتفية لتعريف النداءات الهاتفية عالمياً و هي كما يلي :



اسم المنطقة	الرقم الشفري	اسم المنطقة	الرقم الشفري
أمريكا الشمالية	١	جنوب المحيط الهادئ (أستراليا)	٦
أفريقيا	٢	الاتحاد السوفيتي سابقاً	٧
أوروبا	٣، ٤	شمال المحيط الهادئ (شرق آسيا)	٨
أمريكا الجنوبية	٥	الشرق الأوسط و الأقصى	٩

و يتكون الرقم الدولي لأي مشترك من البادئ الدولي international prefix ، للحصول على منفذ لجهاز مناسب ، متبوعاً بشفرة الدولة و الرقم القومي . و البادئ الدولي يختلف من دولة إلى دولة ، ففي عديد من الدول يكون البادئ الدولي هو " 00 " و دولاً أخرى مثل إنجلترا يكون لها البادئ الدولي هو " 010 " و بلجيكا " 91 " و فرنسا " 19 " و السويد " 009 " .

في عام ١٩٦٤ أعطيت لجميع الدول أرقاماً دولية فريدة (لا نظير لها)مكونة من رقم واحد أو رقمين أو ثلاثة أرقام ، طبقاً لحجم (لعدد المشتركين في) الدولة . و قد خصص الرقم الدولي أحادي الرقم لكل من الولايات المتحدة و الاتحاد السوفيتي سابقاً ، و الرقم الدولي المكون من رقمين للدول متوسطة الحجم (مثل فرنسا و ألمانيا و أسبانيا) ، و الرقم الدولي المكون من ثلاثة أرقام للدول الصغيرة الحجم (مثل لوكسبورج) . و الحجم هنا نعني به عدد المشتركين . و هذا المعدل هو ما اعتبرت دولة Netherlands كدولة متوسطة الحجم و المملكة العربية السعودية كدولة صغيرة الحجم . وكما أشرنا سابقاً فقد تم تقسيم العالم إلى تسع مناطق ترقيم و الشكل (٢) يوضح ذلك .فشفرات الدول للدول الواقعة في نفس المنطقة تبدأ بالرقم الذي يوضح المنطقة .

مثال على ترقيم المنفذ في المملكة العربية السعودية

الشخص المنتظر لعمل نداء مباشر يجب عليه إعلام المقسم أن المشترك المطلوب ندائه لا ينتمي إلى شبكته المحلية . و لهذا الغرض يقوم المشترك الطالب بضرب رقم المنفذ المباشر trunk access قبل ضربه شفرة المباشر . في المملكة السعودية يعتبر الرقم 0 هو رقم النفاذ المباشر . و أنه يوضع قبل باقي الشفرة ، لذا أحيانا يسمى البادئ " prefix " . لذا عند نداء أي شخص خارج شبكتك المحلية فإنه يجب عليك ضرب التالي:

رقم المنفذ المباشر + شفرة المباشر = شفرة المباشر الكلية



.

تدريبات على الوحدة

١- ما الغرض من ترقيم الخطوط الهاتفية ؟

٢- ما الأنواع المختلفة في الترقيم في الشبكة الهاتفية ؟

٣- تتكون الشبكة الهاتفية من مجموعة مستويات وللانتقال من مستوى لآخر يكون عبر الخط الرئيس الذي يحتاج إلى شفرة نفاذ . اشرح ذلك لمشترك يرغب في الاتصال من الرياض بمشترك آخر في الدمام.

٤- إذا كان رقم كلية الاتصالات و الإلكترونيات بجدة هو"٦٣٦٤٠٠٠"

- عند طلب هذا الرقم من داخل المملكة فإننا نطلب

"٠٢ -٦٣٦٤٠٠٠"

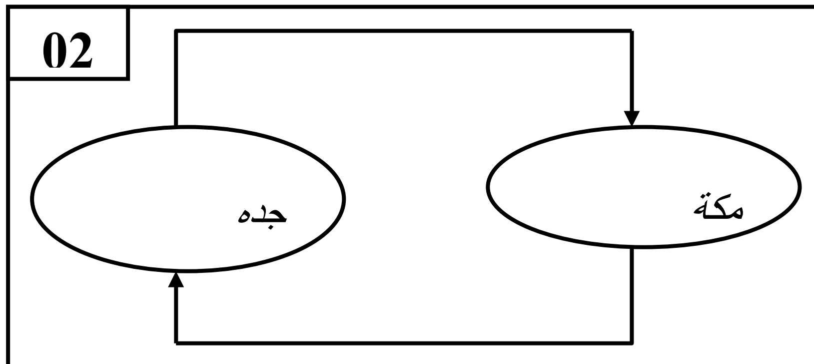
- عند طلب هذا الرقم من خارج المملكة فإننا نطلب

"٠٠٩٦٦٢ -٦٣٦٤٠٠٠"

اشرح كيف تفسر ذلك ؟

٥- ما الأنواع المختلفة لنظم الترقيم ؟

٦- للاتصال من جدة إلى مكة يجب طلب كود المنطقة قبل رقم المشترك علماً بأن كلاً من مكة وجدة في نفس المنطقة ؟ فسر ذلك؟



تقويم مستوى الأداء للمتدرب

بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب ، يقوم المتدرب بتعبئة هذا النموذج :

تعليمات بعد الإنتهاء من التدرب على .... قَوِّم نفسك و قدراتك بواسطة إكمال هذا التقويم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة ، و ذلك بوضع علامة (√) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، و في حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.				
اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرب عليه :				
العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١- .... ٢- .... ٣- .... ٤- مثال إجراء معالجة النداء الهاتفي				
يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات(البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، و في حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.				

أساسيات الهاتف والمقاسم الرقمية

تحديد أجرة المكالمة الهاتفية

الوحدة الثامنة : تحديد أجرة المكالمة الهاتفية

الجدارة : الإلمام بطرق تحديد أجرة المكالمات الهاتفية

الأهداف : عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادراً بإذن الله على :

١- خواص و مميزات طرق القياس المتعدد

٢- خواص و مميزات الفاتورة التفصيلية

مستوى الأداء المطلوب : ٨٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب : ساعتان

الوسائل المساعدة :

١- **سبورة**

٢- **جهاز عرض بروجيكتور مع حاسب**

٣- أمثلة على موضوع هذه الوحدة .

٤- مناقشة فواتير شركة الهاتف لجميع الخدمات المقدمة .

متطلبات الجدارة :

١- قراءة فواتير شركة الاتصالات عن الخدمات المقدمة .

٢- التعرف على نظم تحديد أجرة المكالمات الهاتفية.

تحديد أجرة المكالمة الهاتفية

مقدمة :

الغرض من هذه الوحدة هو تحديد أجرة استخدام أجهزة التبديل لتحقيق مكالمة هاتفية. و مستخدمو هذه الأجهزة عبارة عن :

- مشتركين فرادى
- إدارات أخرى

و هناك طريقتان لتحديد الأجرة هما :

- القياس المتعدد multimetering
- الفاتورة التفصيلية detailed billing

طرق القياس المتعدد :

نظرة حولية :

القياس المتعدد هو طريقة لتحديد الأجرة بدلالة وحدات التكلفة .

ويمكن فرض وحدات التكلفة على أساس :

- إجابة النداء
- انقضاء الفترة الزمنية منذ إجابة النداء
- عند تحكم المشترك في خدمة إضافية (المتتامة)

و يطلق على القياس المتعدد اسم عداد النبضات الدورية periodic pulse metering .

الخواص :

تحديد الأجرة بواسطة طريقة القياس المتعدد يتم التعبير عنها بوحدة التكلفة. ويتم تجميع وحدات التكلفة لكل مشترك ، في عدد من البرمجيات – مسجل المشترك أو مسجل التكلفة البرمجي Software Charging Register (SCR) . و يمكن تدعيم كل مسجل بعدد يصل إلى أربعة SCR لكل مشترك ، حتى يقوم بتجميع النبضات لتطبيقات مختلفة مثل الاتصال المحلي و الإقليمي و المسافة الطويلة . عدد وحدات التكلفة في علاقة مباشرة مع التكلفة بالفاتورة و التي مرت إلى المشترك.

القياس المتعدد قادر على حساب التكلفة المطبقة على كل من الأجزاء الثابتة و المعتمدة زمنياً من التكلفة .

الجدول التالي يعطي أمثلة على الجزء الثابت و المعتمد زمنياً لكل نداء هاتفي :

الجزء	الوصف
الثابت	الأجزاء هى: • نوع المشترك البادئ الاتصال (PBX, line) • تخصيص النداء
المتغير	الأجزاء هي : • نوع اليوم (أيام الأسبوع : — السبت- الأحد أو يوم خاص) • الوقت من اليوم

مميزات :

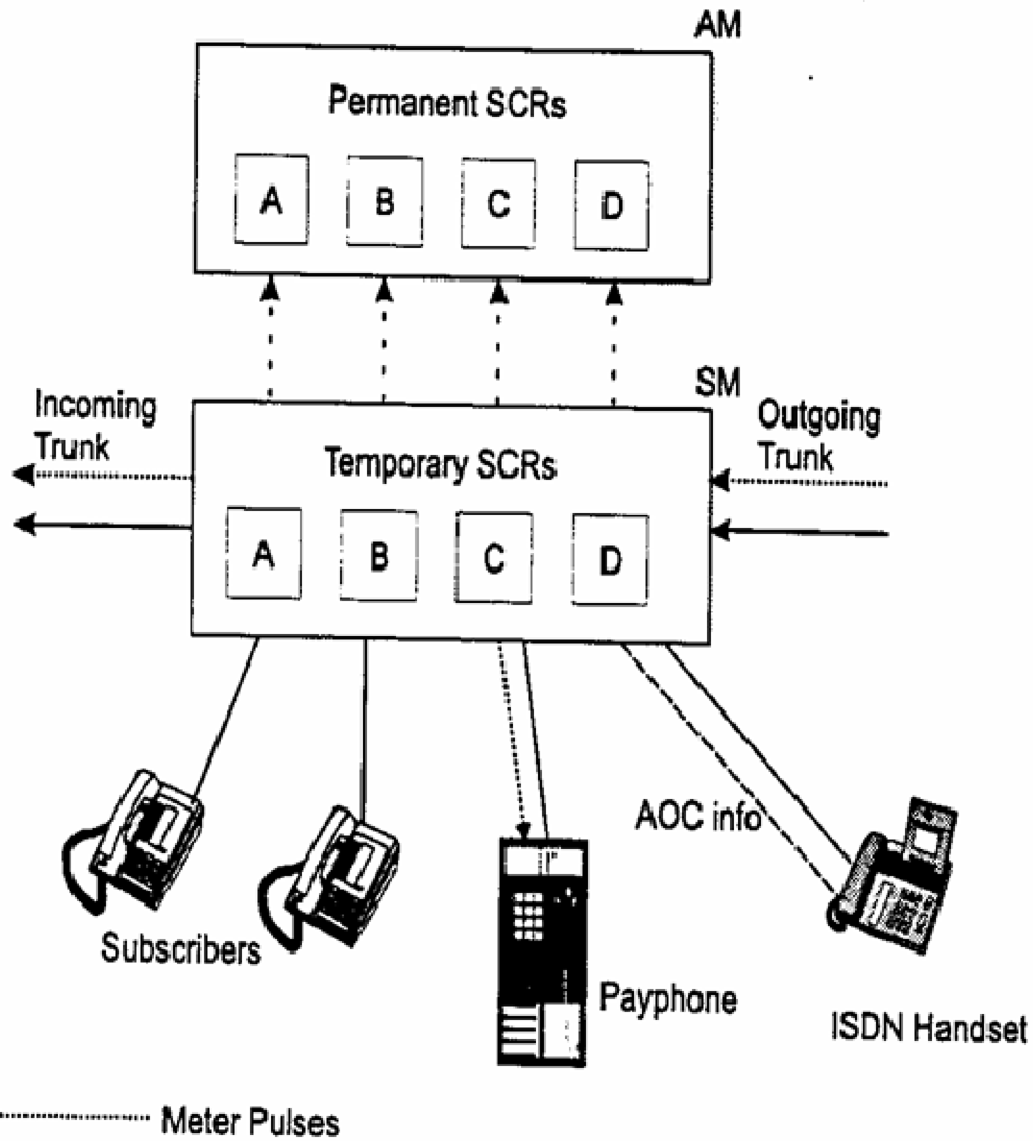
مميزات طريقة MM هي أن وحدات التكلفة يمكن استخدامها لتوليد نبضات التكلفة . و نبضات التكلفة هذه يتم استخدامها لتشغيل عدادات المقسم المحلي و عدادات صندوق هاتف العملة. و يمكن أيضاً لنبضات التكلفة استخدامها لإرسال معلومات التكلفة إلى المقاسم الأخرى.

و هناك ميزة أخرى للقياس المتعدد و هو أنه أبسط طرق تحديد الأجرة. و المعلومة التي نحتاجها لإخراج الفاتورة هي عدد وحدات التكلفة . و هذا يقلل كمية بيانات التكلفة المنقولة خلال المقسم .

وفي المقسم الأعلى يتم تحديد التكلفة و إرسالها إلى المقسم المحلي على رسائل تأشيرية . و مميزات هذه الطريقة هي أن :

- المقاسم التي لا تستطيع تحديد معدلات التكلفة بها يمكن أن تظل ....
- لا نحتاج إلى تخزين معلومة التعريفة و تحديثها في جميع المقاسم المحلية ، و بالكاد في قليل من central toll أو المقاسم الدولية .

أمثلة من القياس المتعدد :



الشكل (٨- ١) القياس المتعدد

سرية البيانات :

سرية تحديد الأجرة بواسطة القياس المتعدد MM ، و بالأخص قيم SCR ، يتم مسكها بالطرق التالية :

- يتم مسك المسجلات في قطاع التطبيق المحمي PAS في وحدة الإدارة AM
- يتم مضاعفة ذاكرة وحدة الإدارة AM
- يتم التسجيل للمسجلات على قرص كل ساعة أو على DEMAND
- يتم استخدام ملفين منفصلين خلال القرص الواحد لتخزين البيانات المسجلة . و هذان الملفإن يتم استخدامهما بالتبادل كل ساعة لكي تظل النسخة الصالحة متاحة في التبديل، في لحظة إفساد إحداهما خلال الكتابة.

الفاتورة التفصيلية :

نظرة حولية :

الفاتورة التفصيلية تعتبر طريقة من طرق تحديد الأجرة حيث تعطي التسجيلات التفصيلية لكل نداء هاتفي .

هذه التسجيلات تحوي كل المعلومات التي نحتاجها لحساب فاتورة المشترك و يتم انتقالها لمركز الفاتورة عن طريق حلقة البيانات data-link أو باستخدام الأشرطة المغناطيسية.

الحساب الذاتي للرسالة Automatic Message Accounting (AMA) و بيانات حساب الحركة الدولية International Traffic Accounting Data (ITAD) يستخدمان الفاتورة التفصيلية.

الخواص :

و طريقة تحديد الأجرة هذه وضعت على أساس تسجيل كل المعلومات وثيقة الصلة بالفاتورة لكل نداء . بالإضافة إلى بيانات النداء الآخر ، فإن المعلومات التالية عادة ما تسجل :

- معلومات النداء الأصلي و يتصل به
- اليوم و الوقت لإجابة النداء الهاتفي
- اليوم و الوقت لفصل النداء الهاتفي

- نوع النداء ، مثل النداء الأساسي Basic Call, أو نداء الخدمة الإضافية (المتممة) Supplementary Service Call ، أو نداء طويل الفترة Long Duration Call .
- الخدمة المحمولة

الفاتورة التفصيلية تؤدي فقط نصف وظيفة تحديد الأجرة . بينما طريقة القياس المتعدد قادرة على تحديد كلاً من الجزء الثابت والمعتمد على الزمن من تحديد الأجرة، بينما الفاتورة التفصيلية فقط تزود الجزء الثابت . والجزء المعتمد على الزمن من تحديد الأجرة يتم مسكه بواسطة مركز الفواتير.

مميزات :

ميزة طريقة الفاتورة التفصيلية أن أحداث النداء الهاتفي يتم تسجيلها لكل نداء . و هذا يعطي الإمكانية لتطبيق المعلومات من أحداث النداء هذه لأوضاع تحديد الأجرة المختلفة (الفاتورة الأقليمية أو المشاركة الدولية) و حتى لتطبيقات تجاوز تحديد الأجرة (على سبيل المثال مراقبة النداء الهاتفي) . و كلما تم تسجيل المعلومات لكل نداء هاتفي ، فإن فواتير المشتركين يمكن تصنيفها لكل نوع نداء هاتفي أو حتى لكل نداء منفرد .

الفاتورة التفصيلية لا يمكن بمفردها تشغيل عدادات المقسم المحلية أو صناديق هواتف العملة . و إذا تطلب هذا ، فيجب تطبيق الفاتورة التفصيلية بالمشاركة مع القياس المتعدد .

الوظائف :

عند الانتهاء من دراستك لهذا الجزء سوف تكون قادراً بإذن الله على كتابة الخطوات من معالجة تحديد التكلفة و تعريف المستخدمة بواسطة تحديد التكلفة .

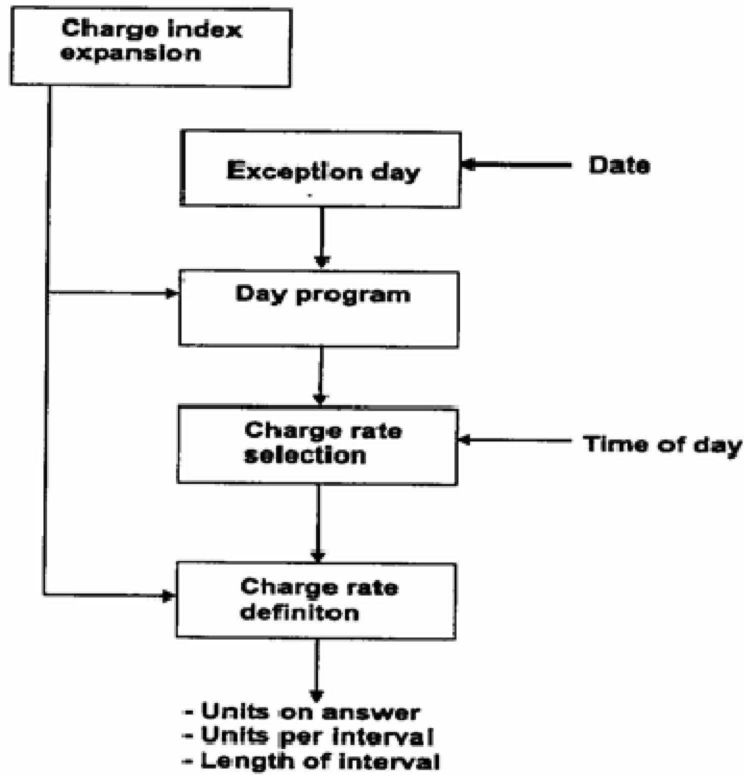
وظيفة تحديد التكلفة في نظام 5ESS تم شرحها . و هذا سوف يتم فعله بواسطة وصف المعالجة و الوظائف المستخدمة خلال هذه العملية .

و هذا الجزء سوف يضم المواضيع التالية :

- معدل تحديد التكلفة
- عملية تحديد التكلفة
- خدمات المشترك

تحديد معدل التكلفة :

الشكل التالي يوضح كيفية تحديد معدل التكلفة للنداء الهاتفي :



الشكل (٨- ٢)تحديد معدل التكلفة

ملحوظات المتدرب

(تابع) ملحوظات المتدرب

تعليمات للمدرب

١- التخطيط للقيام بزيارات ميدانية لشركة الاتصالات للاطلاع على وسائل تحديد أجرة المكالمات الهاتفية

٢- دفع المتدربين إلى القيام بزيارة بعض المواقع على شبكة المعلومات الدولية و حثهم على عمل تقارير عن ذلك ورصد لهم درجات .

٣- دفع المتدربين إلى فتح موقع الاتحاد العالمي للاتصالات ITU

تدريبات على الوحدة

١- أيهما أفضل طريقة تحديد أجرة المكالمة الهاتفية بالقياس المتعدد أم بالفاتورة التفصيلية؟

٢- ما وحدة القياس التي تعتمد عليها طريقة القياس المتعدد ؟

....

....

....

٣- يمكن فرض وحدات التكلفة على أساس: (أكمل الإجابة الصحيحة)

١- ....

٢- ....

٣- ....

٥- يطلق على طريقة القياس المتعدد اسم : (اختر الإجابة الصحيحة)

- عداد النبضات الدورية
- العداد الدوري للنبضات
- طريقة القياس النبضي

تقويم مستوى الأداء للمتدرب

بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب ، يقوم المتدرب بتعبئة هذا النموذج :

تعليمات

بعد الانتهاء من التدرب على :..

قَوِّم نفسك و قدراتك بواسطة إكمال هذا التقويم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة ، و ذلك بوضع علامة (√) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، و في حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرب عليه :

العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١-				
٢-				
٣-				
٤-				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات(البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، و في حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

أساسيات الهاتف والمقاسم الرقمية

الحركة الهاتفية

الوحدة التاسعة : الحركة الهاتفية

الجدارة : الإلمام بنظرية الحركة الهاتفية و التعرف على ساعة المشغولية ووحدات القياس

الأهداف : عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادراً بإذن الله على التعرف على :

- تحديد الكثافة الهاتفية و التنبؤ بها
- تغير الحركة الهاتفية
- الازدحام
- وحدات الحركة الهاتفية

مستوى الأداء المطلوب : ٨٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب : ٣ ساعات

الوسائل المساعدة :

١- سبورة .

٢- جهاز عرض بروجيكتور مع حاسب

٣- استخدام برامج المحاكاه إن وجدت.

متطلبات الجدارة :

١- عمل مناقشات للربط بين إجابات المقسم للمشترك الطالب و مفهوم الحركة الهاتفية .

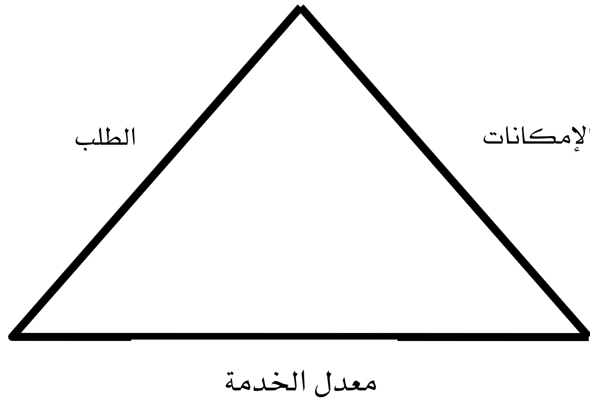
٢- التعرف على وحدات الحركة الهاتفية .

الحركة الهاتفية

Telephone Traffic

تمثل هذه الوحدة مبادئ نظرية هندسة الحركة الهاتفية، و الفروض التي تالشكل الأساس للصيغ الرياضية للحركة الهاتفية وجداولها. و تعتبر العوامل الأساسية المحتواة في حل مشاكل هندسة الحركة بمثابة حجم و طبيعة الحركة المراد إيجادها، والإمكانات المطلوبة لخدمة الأمر(الطلب) ، و معدل الخدمة المطلوبة .

و لمالشكلة الحركة الهاتفية ثلاثة جوانب، مثل أيالشكل هندسي لمثلث كما بالشكل (١). فعندما يتغير بُعد أحد هذه الجوانب الثلاثة، فإن أحد (أو كلا) الجانبين المتبقيين يجب أن يتغير أيضاً. و للوهلة الأولى إذا تغير الطلب **Demand** وظلت الإمكانات **Facilities** كما هي، فإن معدل الخدمة **Grade of Service** سوف يتغير. و إذا رغبنا في تغيير معدل الخدمة، فإن الطلب أو الإمكانات يجب أن تتغير. و لربما نستخدم الطريق السريع كمناظرة مشابهة لبيان هذا المفهوم. فإذا ظل عدد الحارات أو المسارات (الإمكانات) في الطريق السريع ثابتاً، فإن ازدياد عدد السيارات المستخدمة للطريق السريع (انسياب الحركة) سوف يؤدي إلى زيادة مستوى الازدحام (معدل الخدمة). بالمثل، إذا كان انسياب الحركة نسبياً ثابتاً، ولكن تم إقفال إحدى الحارات نتيجة لحادثة، فإن مستوى الازدحام يزداد.
و من ناحية أخرى فإن كل مرة يستخدم فيها جهاز الهاتف، فإنه يشارك في الحركة أو الحمل الهاتفي المنفذ بواسطة الشبكة الهاتفية و عناصرها. و لكي نصمم شبكة هاتفية مؤثرة و اقتصادية، هناك بعض الطرق يجب استخدامها للتحليل و التنبؤ بسلوكيات هذه الحركة . و أكثر من ذلك، فإن هناك بعض الطرق يجب أيضاً استخدامها لمراقبة تغيرات الحركة خلال و بين أجزاء مختلفة من الشبكة لكي



الشكل (٩- ١) العلاقة المثلثية بين الطلب و الإمكانات و معدل الخدمة

نضمن خدمة ذات كفاءة عالية و معمرة لمشتركي الشبكة الهاتفية. و كفاءة هذه الشبكة يجب أيضاً أن تقدم بصورة اقتصادية كلما أمكن ذلك.و يجب أن يكون هناك توازن محفوظ بين كفاءة الخدمة المقدمة و التكلفة.

محاولة النداء Call Attempt

هي المجهود المبذول من منبع الحركة (المشترك) للحصول على خدمة هاتفية.

النداء Call

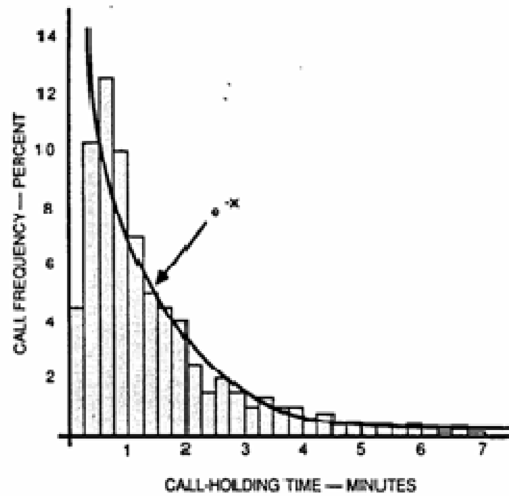
هو سلسلة من محاولات التقاط الخط dialing لنفس الرقم المطلوب، و تكون المحاولة الأخيرة إما مهجورة أو تتسبب في نجاح النداء.

عدد النداءات الناجحة يساوي أو أقل من عدد النداءات.

عدد النداءات يساوي أو أقل من عدد محاولات النداء.

زمن حجز الخط للنداء Call-Holding Time

هو طول الزمن الذي يتم خلاله ربط منبع الحركة بمسار أو بقناة الحركة. وتوزيعات التردد لأزمنة حجز الخط للنداء يعطي خريطة تشابه ما هو موجود بالشكل (٢). وأزمنة حجز الخط للنداء من دقيقة واحدة إلى ثلاث دقائق تتكرر حدوثها نسبياً، بينما أزمنة حجز الخط الأطول من عشر دقائق تعتبر غير متكررة الحدوث. و الفرض المشترك في نظرية الحركة الهاتفية هو أن أزمنة حجز الخط للنداء لها قيمة سالبة الأسية، كما هو موضح من المنحنى المستمر و المتراكب على التوزيع الترددي. و قد أوضحت خبرة العديد من السنوات أن استخدام التوزيع سالب الأس مقنع بالنسبة للنداءات السمعية. أما أزمنة حجز الخط لنداءات المعلومات data calls ربما تمتد من عدة نداءات قصيرة (مثل packet switching) إلى القليل من النداءات الطويلة جداً (مثل computer data dumps) . لهذا ، فإن أزمنة حجز الخط للنداء هذه ربما تكون ثابتة نسبياً، و أن استخدام الفرض سالب الأس لا يكون مقنعاً.



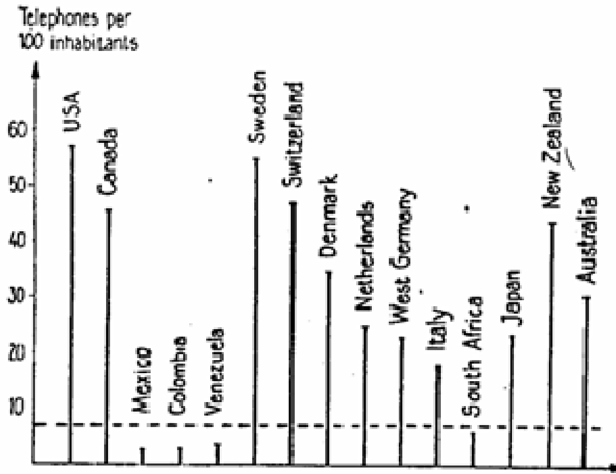
الشكل (٩- ٢) توزيع زمن حجز الخط للنداء

الكثافة الهاتفية Telephone density

عادة تعطي الكثافة الهاتفية على أنها عدد أجهزة الهاتف لكل ١٠٠ مقيم (ساكن) . و تتغير الكثافة الهاتفية كثيراً جداً مع اختلاف الدول و القارات المختلفة.

و الخط المنقط في الشكل (٩- ٣) عند عدد ٧ أجهزة هاتف لكل ١٠٠ مقيم(ساكن) يوضح متوسط الكثافة للعالم أجمع. و هناك دول معينة، على سبيل المثال الولايات المتحدة و كندا و السويد و نيوزيلاند لها كثافة

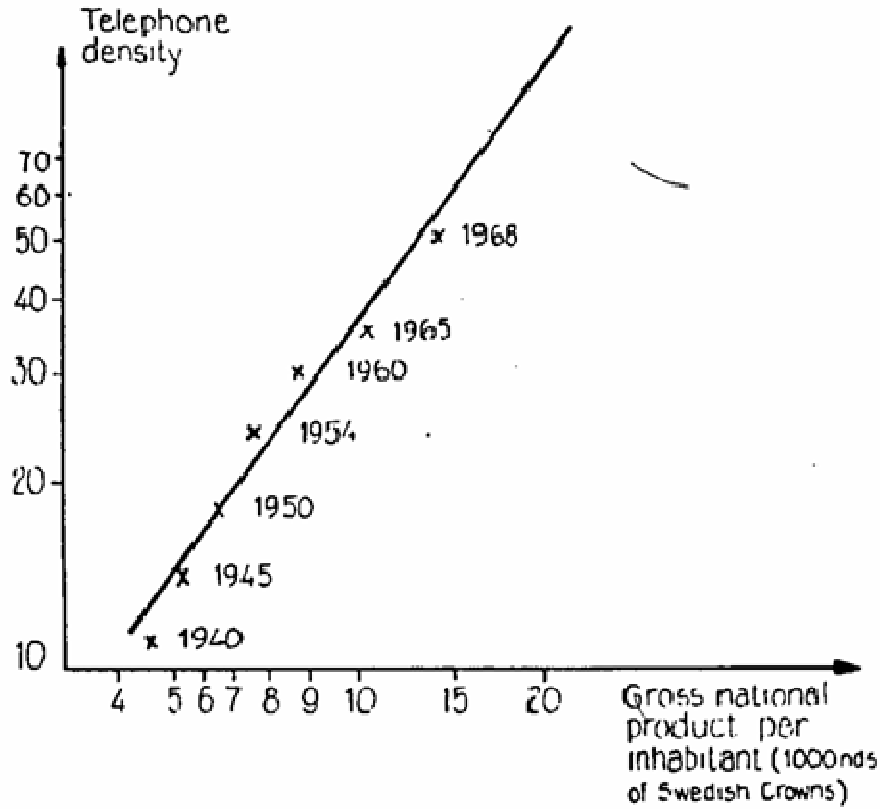
هاتفية عالية جدا. و الحاجة المستقبلية إلى أجهزة هاتف و شبكات هاتف جيدة يمكن افتراضها في بعض الدول النامية بسرعة كما بالشكل (٩- ٢) .



الشكل (٩- ٣) متوسط الكثافة الهاتفية لبعض دول العالم.

و قد وجد أن الحاجة إلى الهاتف تنمو بنفس معدل نمو المنتج الوطني. و هذا يمكن ملاحظته من الشكل (٩- ٤). و علامات X في الشكل توضح الكثافة الهاتفية في السويد خلال عدد من السنوات. و هذه العلامات غالباً ما تكون خطاً مستقيماً.

في الوقت الحاضر، يتم عمل التنبؤات الصحيحة جداً ذات الوقت الطويل لنمو المنتج الوطني. و هذا يجعلها ممكنة للتنبؤ بكيفية التغير المستقبلي لكثافة الهاتف خلال العشر أو العشرين سنة التالية حيث تكون ذات أهمية قصوى عند تصميم و مد الشبكة الهاتفية. فمعرفة العدد التقديري للهاتف للسنوات القادمة على أي حال غير كاف. و من الضروري أيضاً معرفة كيف؟ و ما ثمن المزيد من الهواتف التي سوف تستخدم للقدرة على التخطيط الصحيح؟



الشكل (٩- ٤) زيادة الكثافة الهاتفية مع معدل نمو المنتج الوطني

كيف تتنبأ بالكثافة الهاتفية How to predict telephone density

هناك عديد من المحاولات تم القيام بها للتنبؤ بكيفية تغير عدد الهواتف في أي بلد. وهذه التنبؤات تكون ذات قيمة للذين يقومون بالتخطيط المستقبلي للخدمة الهاتفية والتمديد بعد ذلك. و لهذا فإن نمو المنتج الوطني لكل نسمة مهم جداً. و نمو المنتج الوطني يعتبر القيمة الكلية لجميع الخدمات و المنتجات المنتجة في هذا البلد.

كثافة الحركة و شدة الحركة Traffic Density and Traffic Intensity

كثافة الحركة Traffic density هي عدد النداءات المتزامنة في اللحظة المعلومة ، بينما شدة الحركة Traffic intensity تمثل بمتوسط كثافة الحركة (الاحتلال occupancy) خلال فترة الساعة الواحدة. الاحتلال هو عبارة عن أي استخدام لأي وسيلة حركة ، بصرف النظر عن سواء تم التوصيل (النداء) أم لا. ورقم الحركة المستخدم في جداول سعة الحركة هو عبارة عن كثافة حركة ساعة المشغولية.

الحركة المقدّمة و المنّفذة و الممنوعة Offered, Carried, and Blocked Traffic

في أنظمة الفقد ، الحركة المقدمة هي شدة الحركة التي يمكن أن تحدث إذا كانت كل الحركة الهاتفية تخضع إلى مجموعة من الدوائر و التي يمكن أن تعالج بواسطة مجموعة عناصر تبديل. والحركة المنفذة هي شدة الحركة الممسوكة فعلياً بواسطة المجموعة. والسعة النافذة للحركة هي القيمة الاسمية للحركة المنفذة ، مع احتمال الفقد المعلوم، بواسطة المجموعة. و الحركة الممنوعة هي جزء الحركة الذي فيه لا نستطيع معالجته بواسطة المجموعة (الحركة المقدمة مطروحة من الحركة المنفذة). والحركة الممنوعة ربما تكون ملفوظة، أو مستعادة، أو مقدمة إلى مجموعة أخرى. فالحركة الممنوعة و المقدمة إلى مجموعة أخرى تسمى عامة حركة الانسياب الزائدة.

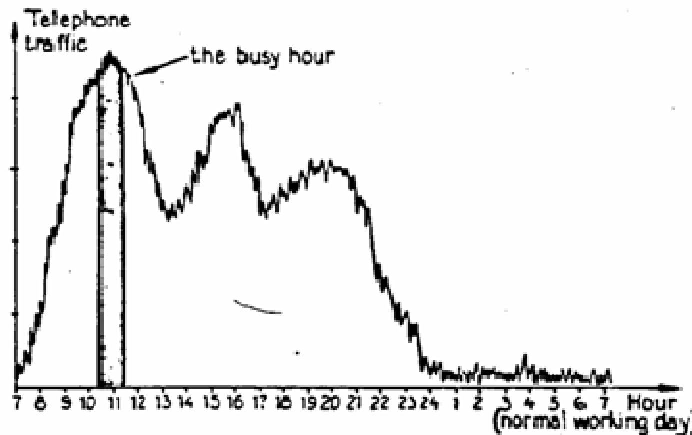
تغير الحركة الهاتفية Traffic Variation

تعتمد كمية الحركة المارة خلال مقسم محدد على عدة عوامل هي:

١- طبيعة المشترك هل هو رجل أعمال أو من السكان أو خليط منهم
٢- الوقت من اليوم
٣- الشهر من العام
٤- أيام العطلات و الإجازات
٥- تعرفة التشغيل

و الشكل (٩- ٥) يوضح التوزيع النموذجي للحركة خلال أيام الأسبوع لمقسم .

هناك مصطلحات فنية سوف تقابلها غالباً عند دراسة الحركة الهاتفية . و سوف نقوم بشرح هذه المصطلحات فيما يلي.



الشكل (٩- ٥) التوزيع النموذجي للحركة خلال أيام الأسبوع لمقسم

ساعة المشغولية Busy Hour

هي فترة الستين دقيقة المستمرة من اليوم و التي يتم خلالها حدوث أعلى استخدام (أو حركة هاتفية). و ساعة المشغولية لا يجب أن تتطابق مع الساعة الزمنية، على أي حال، لكي نبسط قياس الحركة الهاتفية، فإنه عادة ما تبدأ أو تستهل ساعة المشغولية عند الساعة أو نصف الساعة أو ربع الساعة. و عند استخدام بيانات حركة ساعة المشغولية، يجب أن نعرف سواء البيانات التي تعكس الساعة الأكثر مشغولية من الفصل أو الشهر أو الأسبوع المنشغلين كليةً، أو إذا عكست الساعة الأكثر مشغولية من اليوم الأكثر مشغولية من الفصل أو الشهر أو الأسبوع المنشغلين.

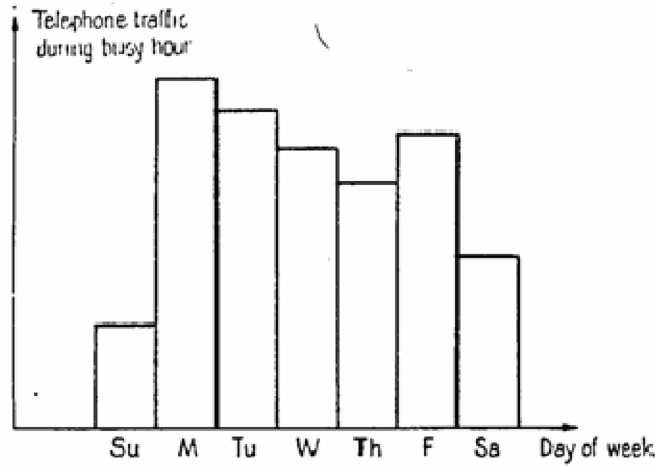
و طريقة تحديد شدة حركة ساعة المشغولية التمثيلية لحساب كميات أجهزة التشغيل المطلوبة، تتغير من تطبيق إلى تطبيق. على أي حال ، الصيغ الرياضية المستخدمة لإيجاد كمية عناصر التبديل وضعت على فرض أن شدة ساعة المشغولية هي المتوسط للعدد اللانهائي من ساعات المشغولية.

الشكل (٥) يوضح كيف يمكن للحركة الهاتفية التغير خلال التشغيل اليومي العادي في أوروبا الشمالية. في هذا المثال تكون ساعة المشغولية بين ١٠:٣٠ و ١١:٣ قبل الظهر am . و تكون الحركة الهاتفية الأعلى في الصباح، و تقل خلال فترة الغداء لتصل إلى قمة جديدة خلال الفترة بعد الظهيرة. بعد فترة الصمت خلال العشاء فإنه يتم عمل عدد كبير من النداءات الخاصة قبل دخول الليل و انعدام الحركة الهاتفية.

تختلف كل من الحركة الهاتفية و ساعة المشغولية باختلاف الأيام و باختلاف الأماكن. الشكل (٩-٦) يوضح كيف أن الحركة الهاتفية خلال ساعة المشغولية يمكنها التغير خلال أيام الأسبوع المختلفة.

الحركة في هذا المثال تكون الأعلى خلال أيام الإثنين (السبت في المملكة العربية السعودية)، و من ثم تقل في الأيام التالية لتصل إلى قمة جديدة خلال يوم الجمعة (الأربعاء في المملكة)، عندما يحاول كل فرد إعداد جدول عمله باكراً للأسبوع التالي. وأقل حركة هاتفية تظهر أيام السبت و الأحد (الخميس و الجمعة في المملكة)، في البلاد التي تكون فيها هذه الأيام خالية من العمل. و أيضاً يمكن للحركة خلال ساعة المشغولية أن تتغير بالنسبة إلى الزمن للعام حتى نفس أيام الأسبوع.

و يجدر بالذكر أن المناطق السكنية لها رسم بياني يختلف عن المناطق الصناعية وهكذا. و كذلك تتغير الحركة خلال بعض الفصول في العام.

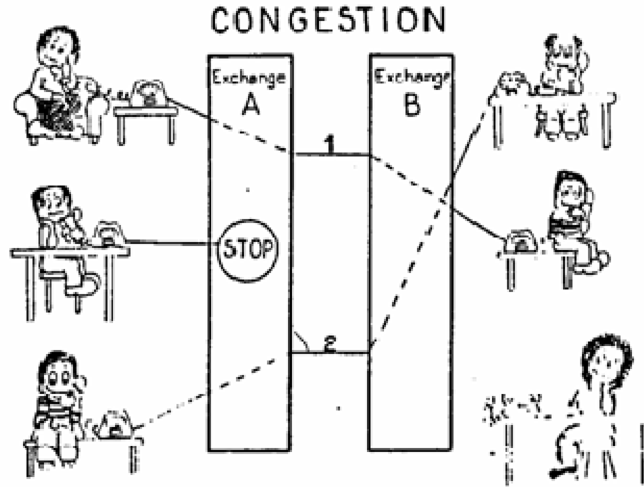


الشكل (٩- ٦) تغير الحركة الهاتفية خلال ساعة المشغولية خلال أيام الأسبوع المختلفة

الازدحام Congestion

عندما لا يتمكن نداء من الاتصال بسبب أن جميع الخطوط أو جميع عناصر التوصيل محتلة (مشغولة)، فإن هذه الحالة تسمى الازدحام. و يحدث الازدحام عندما تكون الحركة عالية جداً للمقسم أو للشبكة.

الشكل (٩- ٧) يوضح مثالاً لتوضيح مصطلح الازدحام. و يتضح في هذا المثال أن هناك ثلاثة مشتركين مخصصين على المقسم A و يرغبون في نداء زملائهم المخصصين على المقسم B . و بما أن المسار بين المقسمين يتكون من خطي اتصال junction lines ، فإن المشترك الأخير الذي قام بطلب الرقم سوف يسمع نغمة الازدحام أو نغمة المشغولية congestion or busy tone ، و زميله في الطرف الآخر ينتظر للنداء. عادة يقوم المشترك الطالب بتكرار النداء، آملا في أن يكون هناك أحد خطوط الاتصال قد فرغت و أصبحت شاغرة في غضون ذلك.



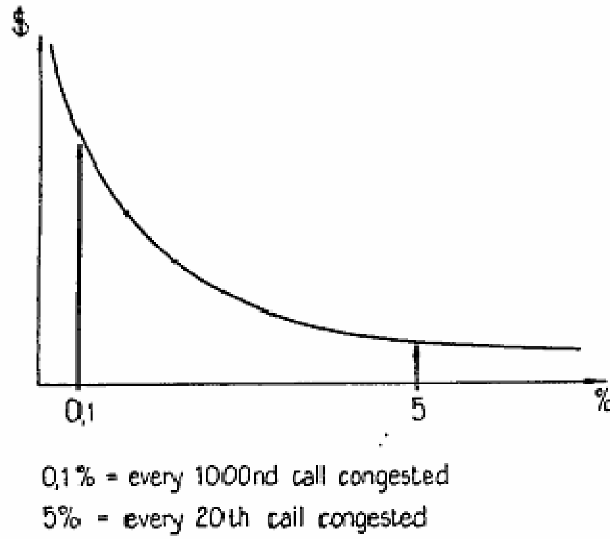
الشكل (٩- ٧) مثال لتوضيح مصطلح الازدحام

من غير المعقول اقتصاديا بناء شبكة هاتف من دون ازدحام . إذن من الضروري حساب النسبة المتوقعة للنداءات المفقودة، و على ذلك يمكن تقرير كيفية قبول معدل خدمة هاتفية منخفضة. لذا فقد يتم تحديد أبعاد الشبكة الهاتفية لكي لا يسقط معدل الخدمة أدني القيمة المقررة .

تكاليف معدل الخدمة الجيدة The costs for a good grade of service

يجدر بالذكر أن معدل الخدمة المطلوب تطبيقه هو تعبير عن الخدمة الجيدة التي يريدها المشتركون، و في مقابل ذلك سيدفعون اشتراكاتهم . و تزداد تكلفة خفض جزء من النداءات المفقودة بسرعة ، خاصة عندما يكون مطلوباً أقل من ٠,١ ٪ نداءات مفقودة. أغلب البلاد تستخدم قيما بين ٠,١٪ و ٥٪ ، بمعنى أن كل ١٠٠٠ إلى كل ٢٠ نداء سوف تكون مزدحمة، بالاعتماد على نوع المسار route و المنفذ access إلى مسارات بديلة ، انظر الشكل (٩- ٨).

و دائما يتم حساب الازدحام خلال ساعة المشغولية. لهذا ، أيضاً مع ٥٪ نداءات مفقودة ، فإن فرص فقد نداء نتيجة للازدحام أقل من واحد في ٢٠ خلال وقت الراحة في اليوم. أيضاً، فإن أغلب المشتركين لا يضعوا أهمية لمزيد من المحاولات حتى النداء مرتين.

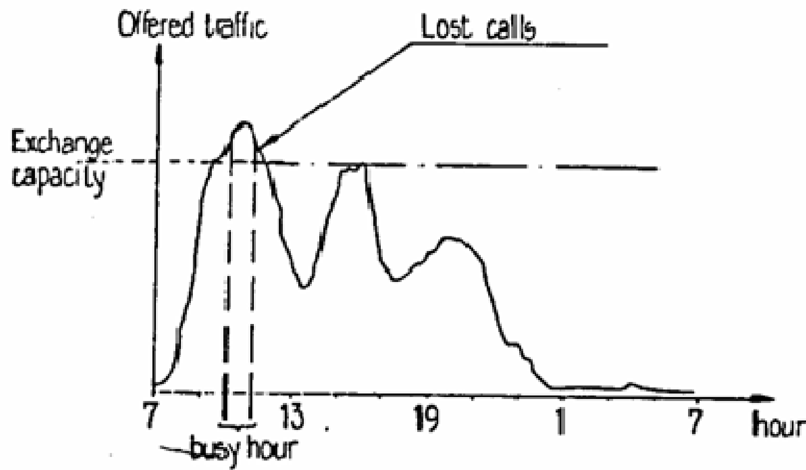


الشكل (٩- ٨) العلاقة بين معدل الخدمة و التكلفة

الشكل (٩- ٩) هو عبارة عن مثال حيث يظهر فيه الازدحام خلال ساعة المشغولية عال بدرجة كبيرة . وتتم تقريباً ٢٠٪ من النداءات بواسطة المشتركين الذين فقدوا نداءات نتيجة للازدحام. على أي حال، هذا لا يحدث خلال أوقات الراحة اليومية . و يمكن القول بصعوبة بأنه لا توجد نداءات على الإطلاق مفقودة نتيجة لازدحام خارج ساعة المشغولية.

وحدات الحركة الهاتفية :

ربما يمكن تعريف الحركة الهاتفية على أنها احتلال أو انشغال التراسل و إمكانات التبديل التي تتضمنها الشبكة خلال عملية إنشاء التوصيل و أثناء تحقيق النداء. ويجب أن نشير هنا إلى أن الحركة تتولد منذ اللحظة التي يرفع فيها المشترك الطالب سماعته، حتى يضعها.



الشكل (٩- ٩) ارتفاع الازدحام خلال ساعة المشغولية مما يؤدي إلى فقدان نداءات

انسياب الحركة Traffic Flow

يتم تعريف انسياب الحركة خلال مقسم التبديل على أنها حاصل ضرب عدد النداءات خلال فترة من الزمن في متوسط هذه الفترة. و لذا يتم التعبير رياضيا عن انسياب الحركة بالمعادلة التالية:

انسياب الحركة = (عدد النداءات) (متوسط زمن حجز الخط)

$$Traffic\ \ Flow = (Number\ \ of\ \ Calls)\,(Mean\ \ Call - Holding\ \ Time) \qquad (9-1)$$

مثـال:

إذا كان هناك ١٠٠ نداء بمتوسط فترة مقدارها ثلاث دقائق تم توليدها خلال فترة ساعة واحدة بواسطة المشتركين الموصلين لمجموعة باحث خط . احسب إنسياب الحركة ؟

الحل

إذن انسياب الحركة للمجموعة يساوي ٣٠٠ نداء - دقائق، أو ٥ نداء- ساعة.

إذا قمنا بتعريف الحركة الهاتفية كمجموع النداءات الهاتفية على مجموعة من الدوائر أو المباشر منسوباً إلى فترة النداء و أيضاً عدد المرات . فإننا يمكن إن نقول أن انسياب الحركة هو :

$$A = C \times T$$

حيث C هو معدل النداء لكل ساعة

T هو متوسط زمن حجز الخط لكل نداء

و من هذه الصيغة الرياضية سوف يظهر أن وحدة الحركة يمكن أن تكون نداء- دقيقة أو نداء- ساعة.

مثال : افرض أن متوسط زمن حجز الخط للنداء هو ٢,٥ دقيقة و أن معدل النداء في ساعة المشغولية BH ليوم معين هو ٢٣٧ . احسب انسياب الحركة ؟

الحل

$$A = 237 \times 2.5 = 592.5 \quad call-minutes$$

الوحدة المفضلة للحركة هي الإرلنج

مثال : إذا كان متوسط زمن حجز الخط لكل نداء هو ٣ دقائق و انسياب الحركة هو ١ إرلنج . احسب معدل النداء لكل ساعة ؟

الحل

$$C = \frac{A}{T} = \frac{1}{\frac{1}{20}} = 20 \quad calls\ per\ hour$$

واحد إرلنج يمثل نداء في ساعة لمتوسط زمن حجز الخط مقداره ٣ دقائق.

الإرلنج و نداء الوحدة **Erlang and Unit Call**

تقاس الحركة الهاتفية بوحدة تسمى وحدة الإرلنج، نسبة إلى عالم الرياضيات الدانمركي (إرلنج) و الذي قام بعدة أبحاث في الحركة الهاتفية.

و يمكن تعريف وحدة الإرلنج بدايةً كمعدل احتلال أو انشغال الخط لساعة محددة كما يلي :

١ إرلنج = يعني أن الخط مشغول أو محتل طوال الوقت

٠ إرلنج = يعني أن الخط غير مشغول أو محتل على الإطلاق

٠,٥ إرلنج = يعني أن الخط مشغول أو محتل نصف الوقت

٠,١ إرلنج = يعني أن الخط مشغول أو محتل فترة $\frac{1}{10}$ من الوقت.

انظر الشكل (٩- ١٠) لبيان ما سبق

و من ذلك يمكن القول بأن واحد إرلنج يمثل انشغال دائرة لساعة واحدة، لذا :

$$1 \ \ Erlang \ = 1 \ \ Call - Hour / Houre \qquad (9-2)$$

عدد وحدات الإرلنج لكل ساعة مشغولية ربما يتم حسابها كما يلي (زمن حجز الخط يعبر عنه بالساعة):

الإرلنج = (النداءات لكل ساعة مشغولية) (متوسط زمن حجز الخط للنداء)

$$Erlangs \ = (Calls / Busy \ Hour \ ) \ (Mean \ Call \ - Holding \ Time \ ) \qquad (9-3)$$

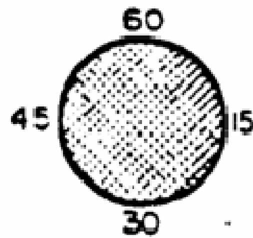
<u>مثـال:</u>

افرض أن هناك توصيلاً تم في الساعة ٢ بعد الظهر بين حاسب مركزي و طرفية معلومات. و بفرض أن التوصيل كان محفوظاً باستمرار و تم انتقال المعلومات بمعدل ١٢٠٠رقم ثنائي لكل ثانية، أوجد كمية الحركة بوحدات الإرلنج المنقولة على التوصيل المنشأ بين الساعة ٢ إلى الساعة ٢,٤٥ بعد الظهر ؟

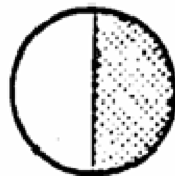
$$Traffic \ = \ (1 \ \ call\ ) \ (45 \ \ \min \ ) \ (1 \ \ h / 60 \min \ ) \ = \ 0.75 \quad Erlangs$$

لاحظ أن معدل المعلومات غير مادي (غير جوهري) في هذا المثال – و تم وضع الحركة كلية على زمن حجز الخط للنداء حيث، في هذه الحالة ، تكون ٤٥ دقيقة أو ٠,٧٥ ساعة .

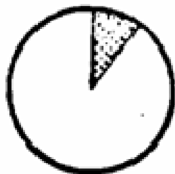
ERLANG



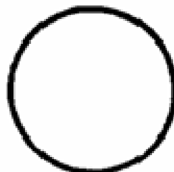
1 erlang = line occupied all the time



0.5 erlang = line occupied half the time



0.1 erlang = line occupied one 10th of the time



0 erlang = the line is not used

الشكل (٩- ١٠) قيم وحدة الإرلنج لساعة محددة

و عند التعبير عن زمن حجز الخط للنداء بالثواني ، فإن وحدة الحركة الناتجة تسمي "نداء الوحدة unit call (UC) " ، أو بمسميات المصطلحات المترادفة " نداء المئة ثانية hundred-call-seconds " أو " centum-call-seconds " و اختصارها (CCS) ، كما هو معبر عنه في المعادلة (٢- ٤):

$$CCS = (Calls / Busy\ Hour)\ (Mean\ Call - Holding\ Time) / 100 \qquad (9-4)$$

<u>مثـال:</u>

اعتبر مقسم سعته ٥٠٠٠ خط حيث له معدل نداء طالب لساعة المشغولية مقداره ٠,٦ و متوسط زمن حجز خط للنداء مقداره ٢٥٠ ثانية. احسب حركة ساعة المشغولية بوحدات CCS ؟

$$Traffic = (5000 \ \ lines) \ (0.6 \ \ calls / lines) \ (250 \ \ s / call) / 100 = 7500 \qquad CCS$$

و لأن هناك ٣٦٠٠ ثانية في الساعة الواحدة ، فإن العلاقة بين وحدة الإرلنج و وحدة CCS هي :

$$1 \ \ Erlang = \frac{60 \times 60}{100} = 36 \qquad CCS \qquad\qquad (9-5)$$

<u>مثـال:</u>

اعتبر أن مجموعة مكونة من ٢٠ مشترك بدأت بمجموع ٥٠ نداء بمتوسط زمن حجز الخط للنداء مقداره ٢٠٠ ثانية خلال ساعة المشغولية. ما عدد وحدات CCS و ما عدد وحدات الإرلنج لكل مشترك ؟

$$Traffic = (50 \ \ calls) \ (200 \ \ s / call) / 100 = 100 \qquad CCS$$

$$100 \ \ CCS / 20 \ \ subscribers = 5 \ \ CCS \ \ per \ subscriber$$

وحتى بالرغم من أن وحدات CCS هي وحدات الحركة المستخدمة في أمريكا الشمالية، فإننا يجب علينا إقرار أن التعبير بوحدات الإرلنج أكثر وضوحاً و يعطي أكثر المعلومات المباشرة عن الحركة المعبر عنها بوحدات CCS . اعتبر ما يلي :

(أ)الإرلنج لكل قناة يمثل كفاءة القناة، تناسب الساعة خلال أي من القنوات المحتلة.

(ب)الحركة المعبر عنها بوحدات الإرلنج تسمى متوسط عدد النداءات المنفذة في نفس الوقت خلال فترة الساعة الواحدة.

(ج)تمثل أرقام الإرلنج الزمن الكلي، معبراً عنها بالساعات، لتنفيذ جميع النداءات.

<u>مثــال:</u>

إذا كانت مجموعة مكونة من ٣٠ خط مباشر مطلوبة لتنفيذ ٦٠٠ CCS من الحركة خلال ساعة المشغولية، ما هي الكفاءة لمجموعة المباشر هذه؟

$$600\ CCS / 36 \approx 16.7 \qquad Erlangs$$

$$16.7\ Erlang / 30\ trunks \approx 0.557 \qquad Erlangs\ per\ trunk$$

$$Trunk-group\ efficiency \approx 0.557 = 55.7\ percent$$

و سوف تجد أن الإرلنج يتم استخدامه على وجه الحصر كوحدة حركة في نظرية الحركة التقليدية. و المعرفة لكلا الوحدتين ضرورية لأن نظم الهاتف مصممة للتطبيقات الدولية و العسكرية و جميها مزودة بمعلومات الحركة بوحدات الإرلنج. و كما أن الولايات المتحدة تقاوم استخدام التحويل إلى الوحدات المترية للقياس ، إلا أنها تضغط لاستخدام وحدات CCS لقياس شدة الحركة الهاتفية.

تدريبات على الوحدة

١- عرف ما يلي :
- محاولة النداء Call Attempt
- النداء Call
- زمن حجز الخط للنداء Call-Holding Time

٢- عرف الكثافة الهاتفية –كيف تحسب الكثافة الهاتفية بالمملكة العربية السعودية ؟

٣- اذكر عوامل تغير الحركة الهاتفية.

٤- عرف ساعة المشغولية. وهل يمكنك رسم العلاقة بين ساعات اليوم و الحركة الهاتفية و تحديد ساعة المشغولية للمجتمع السعودي ؟

٥- ماذا يعني أن الحركة الهاتفية(١ إرلنج)؟ (اختر الإجابة الصحيحة) مما يلي :

= يعني أن الخط مشغول أو محتل طول الوقت

= يعني أن الخط غير مشغول أو محتل على الإطلاق

= يعني أن الخط مشغول أو محتل نصف الوقت

= يعني أن الخط مشغول أو محتل فترة $\frac{1}{10}$ من الوقت.

٦- عرف وحدة الإرلنج و وحدة نداء المئة ثانية .

٧- إذا كان متوسط زمن حجز الخط لكل نداء هو ١,٥ دقيقة و انسياب الحركة هو (١ إرلنج). احسب معدل النداء لكل ساعة

نموذج تقويم مستوى الأداء

تعليمات

بعد الانتهاء من التدرب على ....

قَوِّم نفسك و قدراتك بواسطة إكمال هذا التقويم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة ، و ذلك بوضع علامة (√) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، و في حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرب عليه :

العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١- .... ٢- .... ٣- .... ٤- مثال إجراء دراسة عن الحركة الهاتفية للمجتمع السعودي				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات(البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، و في حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

أساسيات الهاتف والمقاسم الرقمية

5ESS

ESS٥

١٠

الوحدة العاشرة : 5ESS

الجدارة : التعرف على نظام التبديل الإلكتروني المعروف بالمسمى **5ESS** . وكيفية معالجة النداءات الهاتفية

الأهداف : عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادراً بإذن الله على التعرف على الوحدات الرئيسة العاملة للنظام وهى:

١- وحدة التبديل **Switching Module (SM)**
٢- وحدة الاتصال **Communication Module (CM)**
٣- وحدة الإدارة **Administrative Module (AM)**

مستوى الأداء المطلوب : ٨٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب : ٥ ساعات +٥ زيارات ميدانية لأحد المقاسم **5ESS**

الوسائل المساعدة :

١- سبوره .
٢- جهاز عرض بروجيكتور مع حاسب
٣- زيارة بعض المقاسم **5ESS** والاطلاع على مراحله

متطلبات الجدارة :

١- الإلمام الكامل بمكونات المقاسم الرقميه
٢- الإلمام الكامل بالتبديل الزمني والمكاني .
٣- الإلمام الكامل بنظرية عمل المقاسم الرقميه .

نظام التبديل الإلكتروني
Electronic Switching System
(ESS)

مقدمة :

سوف نقوم بشرح نظام التبديل الإلكتروني للمقسم **5ESS** حيث يعبر الرقم **5** عن إصدار النظام و هو النظام الأحدث لنظم التبديل و التشغيل في المقاسم الحديثة و هو المستخدم الآن في المملكة العربية السعودية . و لهذا النظام ثلاثة أنواع رئيسة من الأجهزة العاملة فيه و هى:

- وحدة التبديل **Switching Module (SM)**
- وحدة الاتصال **Communication Module (CM)**
- وحدة الإدارة **Administrative Module (AM)**

كل وحدة تقوم بأداء وظائف محددة تشارك بها في التشغيل العام للمقسم **5ESS** . في هذا الجزء سوف نقوم بشرح الوحدات الثلاث من ناحية وظائفها و كيفية عمل كل منها مع الأخريين. وسوف يتم أيضاً شرح المركز الرئيس للتحكم **Master Control Center (MCC)** و وحدة التبديل عن بعد (الأماكن النائية) **Remote Switching Module (RSM)** . و في نهاية هذا الجزء سوف يكون المتدرب قد اطلع على تعريف الخواص الأساسية و الوظائف للمقسم **5ESS** و تطبيقاته و كذلك على الوظائف الأساسية لعملية النداء.

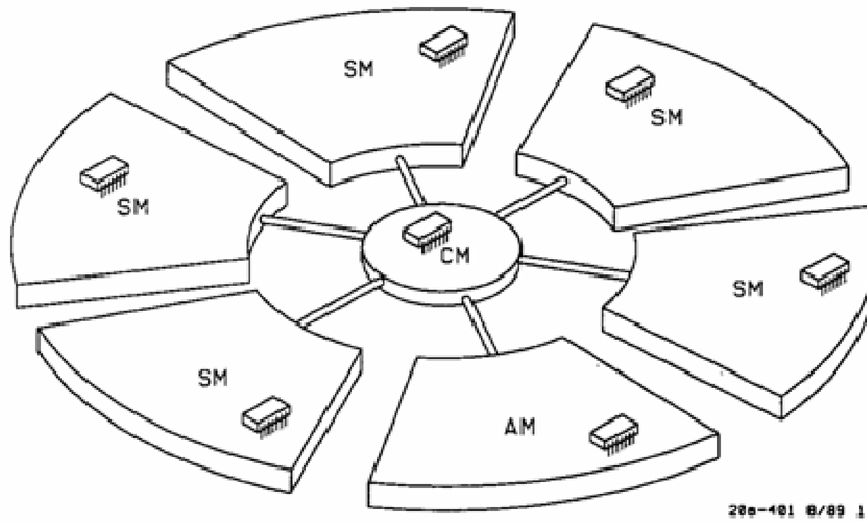
الخواص الأساسية و الوظائف للمقسم ٥ESS :

مقدمة :

يعتبر هذا النوع من المقاسم الرقمية **digital exchange** و التي يمكنها أن تقوم بالخدمة كمقسم محلي **local** أو كمقسم داخلي **toll** أو كمقسم انتقالي **tandem** أو كمقسم دولي **international**. حيث يمكنه خدمة تجمع سكاني صغير لا يزيد عن ١٠٠ مشترك أوتجمع سكاني كبير أكثر من ١٠٠٠٠٠ مشترك

التصميم ذو التوزيع المعياري :

المقسم **5ESS** هو عبارة عن نظام تبديل رقمي بمعالجات موزعة . و عملية المعالجة الموزعة تعني أن وظائف معالجة النداء لا تتم بواسطة معالج واحد فقط . و على النقيض بل هناك عدد من وحدات المعالجة موزعة خلال نظام التبديل مدعومة بمعالج مركزي يقوم بالمساعدة في عملية التبديل . و تقوم هذه المعالجات الموزعة باتخاذ القرارات دقيقة فدقيقة لمعالجة النداء في مراحله المختلفة . حيث يتم معالجة النداء وعمل الصيانة الذاتية و الاختبار باستقلالية في كل وحدة . و يتم الاتصال فيما بين هذه المعالجات عن طريق شبكة رقمية داخلية **internal digital network** والتي تقوم بالربط بين جميع الوحدات معاً . و الشكل (١٠- ١) التالي يوضح هذا المفهوم .



الشكل (١٠- ١) كيفية ترابط الوحدات **AM** و **CM** و**SM**

و يتسم نظام التبديل المستخدم في المقسم **5ESS** بالتصميم المعياري . حيث يتم تقسيم دوائره على ثلاثة أنواع من الأجهزة كما تم ذكره سابقاً **AM**و**CM**و**SM**. كل وحدة من هذه الوحدات تقوم بأداء وظائف معينة للمشاركة في تشغيل نظام التبديل في هذا النوع من المقاسم .

تقوم الوحدة **SM** بتوصيل جميع الخطوط المحلية و الخطوط الرئيسة **trunks** إلى شبكة التبديل للنظام. بالإضافة إلى أداء أغلب وظائف المعالجة للنداء.

تقوم الوحدة **CM** بتجهيز الاتصال بين وحدات التبديل **SM** و الوحدة الإدارية **AM**. كما تقوم الوحدة الإدارية **AM** هي الأخرى بأداء الوظائف التي تؤثر في عملية التبديل.

و الإنشاء المعياري هذا يجعل من السهولة زيادة أو خفض سعة المقسم. فزيادة سعة المقسم تسمى " نمو **growth** " ، بينما خفض السعة يطلق عليه **degrowth** . وتعتبر الوحدات **SM** هي الوحدات الأساسية في عملية الزيادة و الخفض في سعة المقسم . حيث تتوقف عملية الزيادة و الخفض في السعة على عدد الوحدات **SM** ، أوعدد الوحدات خلال المرحلة **SM** .

وظائف وحدة التبديل :

مقدمة :

جميع الخطوط المحلية الخارجية و الخطوط الرئيسة و دوائر الخدمات الخاصة يتم توصيلها على وحدة التبديل . و يتم تحويل الإشارات التماثلية و الرقمية إلى الهيئة الرقمية المستخدمة داخل تبديل المقسم **5ESS** . تقوم وحدة **SM** بأداء أغلب وظائف عملية معالجة النداء و الصيانة (٩٥٪) شاملة الآتي :

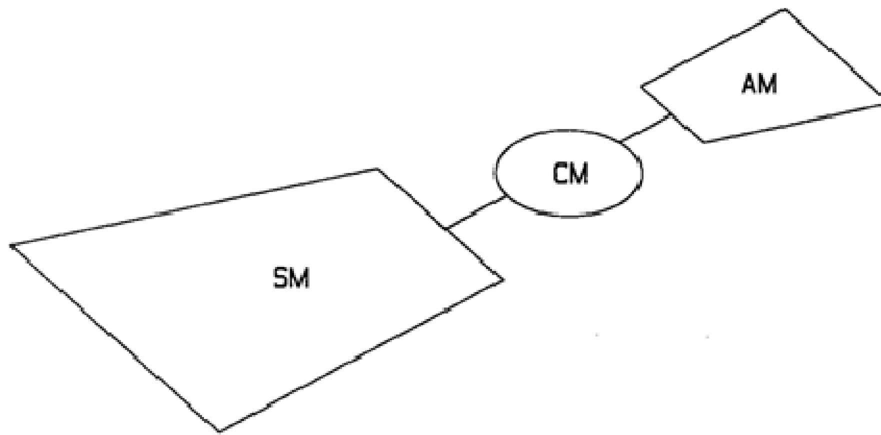
- استعراض الخط المحلي و الخط الرئيس
- توليد النغمة و ضبط الإيقاع
- التحليل الرقمي
- تحديد مسار النداء
- تبديل دوائر التوصيل
- تبديل الرزمة
- الإعلانات
- مراقبة تقدم النداء
- منفذ الصيانة الفنية
- تحديد مسار الصيانة و الصيانة الذاتية

و تقوم أيضاً وحدة **SM** بتزويد المشترك بمميزات النداء الطالب مثل :

- انتظار النداء
- النغمة المختصرة

- تحويل النداء
- نداءات المؤتمر

يمكن تدعيم نظام تبديل المقسم **5ESS** بعدد يصل إلى ١٩٢ وحدة **SM** فائقة الجودة. كل وحدة من الوحدات السابقة يمكنها تشغيل ٥١٢٠ خط محلي أو ٥٠٠ خط رئيس ، أو تركيبة منهما . و على أي حال ، فإن الوحدات الجديدة من **SM2000** يمكنها تشغيل أكثر من ٢٥٠٠٠ خط محلي و حوالي ٣٦٠٠ خط رئيس. و يتوقف أقصى عدد من وحدات **SM2000** على اعتبارات هندسية.

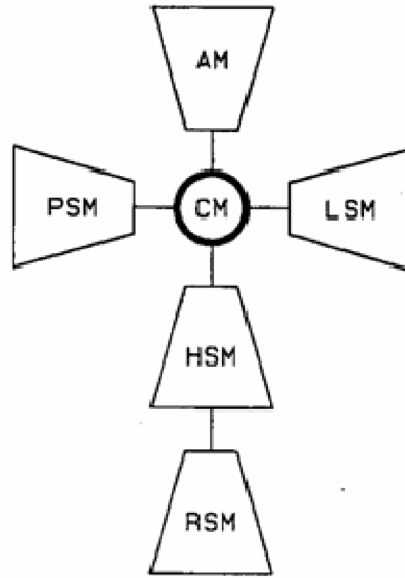


الشكل (١٠- ٢)الربط بين وحدة الإداره**AM** ووحدة التبديل **SM**

أنواع وحدات التبديل :

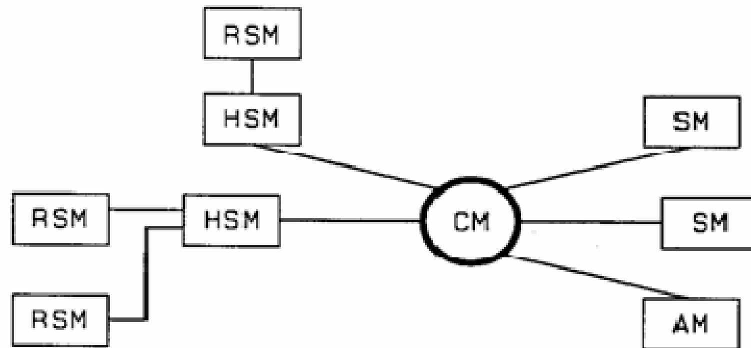
هناك أنواع مختلفة من وحدات **SM** و هي كما يلي :

- وحدة تبديل محلية **(Local Switching Module (LSM** : هذا النوع من الوحدات يقوم بخدمة الخطوط المحلية و الخطوط الرئيسة و مستخدمي الشبكة الرقمية المتكاملة الخدمات **Integrated Services Digital Network , ISDN** . هذا النوع من الوحدات ينسب إلى الوحدة **SM** و يطلق عليه هذا الاسم في هذا الجزء.
- وحدة التبديل المضيفة **Host Switching Module (HSM)** : يقوم هذا النوع من الوحدات بتزويد مواجهات المشترك للوحدات **LSM** العادية و أيضاً وحدة التبديل عن بعد **Remote Switching Module (RSM)** أو أكثر من وحدة. الشكل (١٠- ٣) يوضح هذا المفهوم .



الشكل (١٠- ٣) أنواع وحدات التبديل

- وحدة التبديل عن بعد **Remote Switching Module (RSM)** : هذا النوع من وحدات **SM** تم تصميمه ليقابل احتياجات المجموعات التي تكون صغيرة جداً على الخدمة بواسطة المقسم المحلي **5ESS** و يقع في منطقة بعيدة أو نائية. وهذا يتم بواسطة بوضع **RSM** موصولاً إلى وحدة تبديل مضيفة **HSM** . و يمكن أن تتواجد وحدة التبديل عن بعد **RSM** على مسافة ٢٤٢ كيلومتراً من الوحدة المضيفة. و يمكن توصيل حتى أربع وحدات تبديل عن بعد **RSM** لخدمة ١٦٠٠٠ خط محلي أو ٢٠٠٠ خط رئيس أو تركيبة منهما. وتم تزويد وحدة **RSM** بكامل الإمكانات ، شاملة الاتصال الرئيس و المباشر مع المقاسم الأخرى، كما و يمكن استخدامها منفردة أو مجتمعة في مجموعة واحدة . الشكل (١٠- ٤) يوضح هذا المفهوم .



الشكل (١٠- ٤) وحدات التبديل البعيدة و المضيفة

- وحدة تبديل موضع **Position Switching Module (PSM)** : و هذا النوع من وحدات **SM** يدعم نظام موضع خدمات الشركة **Operator Services Position System (OSPS)** .

و في الحقيقة يطلق على وحدات التبديل **SM** اسم وحدات المواجهة **Interface Modules (IM)** . و من وقت لآخر سوف يقابلك المسمى **IM** في الوثائق و الأجهزة و هو في الأصل وحدات **SM** .

عناصر وحدة التبديل :

عناصر وحدة التبديل **SM** تم تجميعها كما يلي :

- وحدات التحكم : و التي تتحكم في كل الأنشطة خلال **SM** ، مثل وظائف معالجة النداء و الصيانة
- وحدات محيطة (غير أساسية) : التي تقوم بوظائف الصيانة و تقوم بتزويد العملاء و المقاسم الأخرى المنفذة إلى الشبكة الرقمية للمقسم **5ESS** . و هناك نوعان من الوحدات المحيطة هما :

١- وحدات المواجهة **interface units** و التي تقوم بالمواجهة بين المقسم **5ESS** و بيانات الرزم **packet data** و الخطوط التماثلية و الرقمية و الخطوط الرئيسة .

٢- وحدات الخدمة **service units** و التي تدعم أجهزة الاختبار و دوائر المؤتمرات متعددة الأطراف (المواقع).

وحدات التحكم لمرحلة SM :

توجد وحدتان في مرحلة **SM** هما معالج وحدة التبديل **Switching Module Processor (SMP)** – و المغير الداخلي للشقب الزمني **Time Slot Interchanger (TSI)** . هاتان الوحدتان تتحدان في وحدة مفردة يطلق عليها **Module Controller and Time Slot Interchanger (MCTSI)** .

معالج وحدة التبديل :

يتكون معالج وحدة التبديل من معالج دقيق و ذاكرة يستخدمان لأداء وظائف معالجة النداء والصيانة خلال مرحلة **SM**. و تقوم وحدة **SMP** بخمس وظائف هي :

- التحكم في الوحدات المحيطة
- أداء معالجة النداء
- أداء صيانة مرحلة **SM**
- الاتصال مع وحدة **AM** و المراحل الأخرى لوحدة **SM**
- إعطاء الأمر ببدء الذاكرة

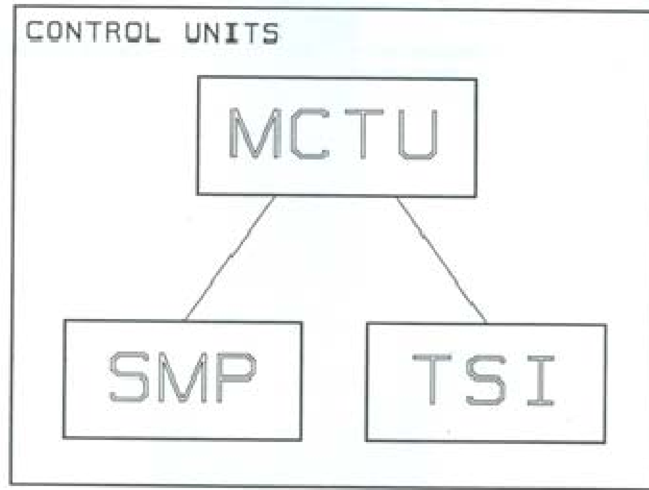
المغير الداخلي للشقب الزمني Time Slot Interchanger (TSI):

و هو يعتبر الوحدة الثانية في مرحلة **SM** . و هو يقوم بأداء الجزء الزمني من التقسيم (الزماني- والمكاني- والزماني) للتبديل .

تقوم وحدة **TSI** بإرسال و استقبال الشقبيات الزمنية المحيطة إلى و من الوحدات المحيطة. و تحتوي الشقبيات الزمنية المحيطة على بيانات النداء الرقمي من الخطوط المحلية و الخطوط الرئيسة أو بيانات مستخدم آخر، مثلاً الحاسبات.

يقوم **TSI** بالتغيير الداخلي للشقبيات الزمنية المحيطة لشقبيات الشبكة الزمنية على حلقتي **NCT** موصولتين مع **SM** إلى وحدة **CM** . في الاتجاه العكسي ، وتقوم وحدة **TSI** بالتغيير الداخلي أيضاً لشقبيات الشبكة الزمنية إلى الشقبيات الزمنية المحيطة.

و تقوم أيضاً بتبديل بيانات من جانب الشبكة إلى الخطوط المحلية و الخطوط الرئيسة . الشكل (١٠-٥) يوضح المفهوم السابق .



الشكل (١٠- ٥) وحدات تحكم المرحلة **SM**

الوحدات المحيطة للمرحلة SM :

هناك وحدتا مواجهة تماثليتان هما :

- وحدة الخط **Line Unit (LU)**

و هي تقوم بتوصيل المسار التماثلي من هاتف المشترك إلى الشبكة الرقمية للمقسم **5ESS** .

- وحدة الخط الرئيس التماثلي **Analog Trunk Unit (ATU)** :

و هي تقوم بإنهاء مختلف الخطوط الرئيسة التماثلية على شبكة التبديل الرقمية. وتردد الصوت للخطوط الرئيسة هذه يمكنها التغيير الداخلي الخطوط الرئيسة ، أو تغيير الخطوط الرئيسة إلى المقاسم الخاصة **PBX** ، أو تغيير الخطوط الرئيسة لماكينات الإعلان ، أو الخطوط الرئيسة إلى المشتركين ، أو دوائر الاختبار المحلية. هناك وحدتا مواجهة رقميتان و هما :

- وحدة خط الخدمات المتكاملة **Integrated Services Line Unit (ISLU)**

و هي قادرة على إنهاء كل من خطوط المشتركين التماثلية و الرقمية. و هي مجهزة في مرحلة **SM** التي لها خاصية الشبكة الرقمية المتكاملة الخدمات **ISDN** ، والغرض الابتدائي لها هو تزويد الخدمة لمشتركي **ISDN** .

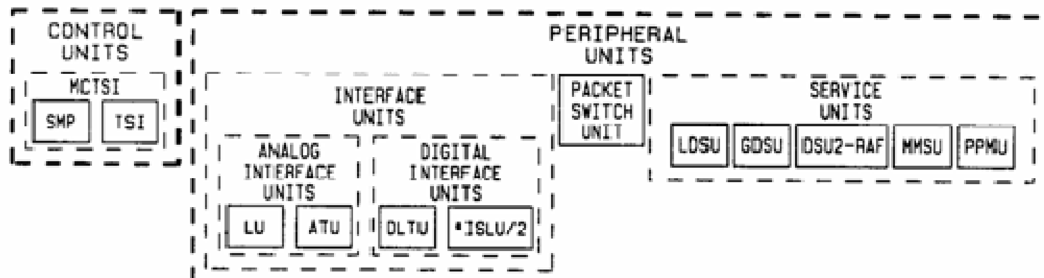
- الوحدة الرئيسة للخط الرقمي **Digital Line Trunk Unit (DLTU)** :

تقوم الوحدة الرئيسة للخط الرقمي بإنهاء الخطوط الرئيسة الرقمية من المقاسم الأخرى أو من إمكانات وحدة **RSM** و تحويل **T1** أو **PCM** ذي المعدل ٢ ميجا رقماً ثنائياً لكل ثانية إلى هيئة الشقب الزمني للشبكة .

وحدة تبديل الرزمة **Packet Switch Unit** :

هناك وحدة مواجهة أخرى يطلق عليها " وحدة تبديل الرزمة **Packet Switch Unit (PSU)** . و هي عبارة عن وحدة مواجهة خاصة و التي لا تقوم بإنهاء الخطوط المحلية أو الخطوط الرئيسة مباشرة بينما تقوم بأداء وظائف متعددة و مختلفة لتكامل الخدمات و هي :

- معالجة نظم التأشير رقمي ٦ و ٧
- تزويد استعراض بدء النداء لخطوط المشترك الرقمية **DSL** .
- معالجة بيانات الرزم المبدلة



❖ الوحدة **ISLU/2** لها المقدرة للانتهاء بكل من الخطوط الرقمية و التماثلية

الشكل (١٠- ٦) عناصر الوحدة **SM**

وحدات الخدمة Service Units :

هناك خمسة أنواع منها ، ثلاثة فقط منسوبة إلى وحدات الخدمة الرقمية **Digital Service Units (DSU or DSU2)**. و الأنواع المختلفة منها هي كما يلي :

- وحدة الخدمة الرقمية المحلية **Local Digital Service Unit (LDSU)**

و تقوم بوظيفتين هما :

١- توليد النغمات الرقمية

٢- تشفير النغمات الرقمية

النغمات المولدة أو المشفرة بواسطة وحدة **LDSU** يمكنها تحديد مسارها إلى أي من الخطوط المحلية أو الخطوط الرئيسة .

- وحدة الخدمة الرقمية العالمية **Global Digital Service Unit (GDSU)** :

كل مقسم من النوع **5ESS** له على الأقل وحدة **GDSU** واحدة حيث يمكنه تزويد الخدمات إلى أي وحدة **SM** في المقسم. و لوحدة **GDSU** وظيفتان هما :

١- إمكانات المؤتمر

٢- الاختبار التراسلي

- الوحدة رقم ٢ للخدمة الرقمية – وظيفتها الإعلان المسجل **DSU2-RAF** :

تقوم بتزويد خدمة الإعلان للتطبيقات الحاضرة و المستقبلية. و تستخدم الإعلانات المسجلة عموماً عندما يتم تحديد مسار النداء لشفرة شاغرة، أو أجهزة مشغولة ، أوتواجد ظروف انسداد.

- وحدة الخدمة المعدنية المعيارية **Modular Metallic Service Unit (MMSU)** :

تقوم بالتزويد بالوظائف الثلاث و التالية:

١- منفذ اختبار معدني

٢- اختبار خط المشترك

٣- استعراض و توزيع الوظيفة

- وحدة العد النبضي الدوري **Periodic Pulse Metering Unit (PPMU)** :

يجدر بالذكر أن خطوط المشتركين المستخدمة على هاتف العملة **coinbox** ، و الفنادق ، و المطاعم غالبا ما تحتوي على عداد بجانب أو في تصميم العدة الهاتفية . هؤلاء المشتركون يتم توصيلهم على وحدة **PPMU** .

وظائف وحدة الاتصال :

مقدمة :

نتيجة لإنشاء المعالجة الموزعة للمقسم **5ESS** ، فإنه من الضروري تبادل المعلومات بطريقة ثابتة بين المعالجات . و لذا تستخدم الوحدة **CM** كنقطة تبؤر **hub** لجميع اتصالات الوحدات الداخلية .و في هذا الجزء سنقوم بشرح الوظائف و التوصيل ومكونات هذه الوحدة .

وظائف وحدة الاتصال :

من المعروف أن وحدة **AM** و وحدات **SM** لا يتصلا معاً بطريقة مباشرة . وتقوم وحدة **CM** بتحديد مسار الرسائل بين كل من الوحدتين و لذا تتعامل جميع الوحدات معاً. و للوحدة **CM** أربع وظائف رئيسة هي :

١- تبديل النداء –حيث تقوم الوحدة **CM** بالتوصيل الداخلي للمسارات بين الوحدات لإكمال النداءات الهاتفية و لتجديد البيانات.

٢- تبديل الرسالة – تقوم الوحدة **CM** بتزويد المسارات لإرسال المعلومات بين المعالجات للقيام بدورها بمعالجة النداءات، و صيانة التسجيلات، و أداء واجبات النظام .

٣- توقيت الشبكة – تقوم الوحدة **CM** بتزويد التوقيت الدقيق و التزامن لنظام المقسم **5ESS** .

٤- الدفع السريع – تقوم الوحدة **CM** بتزويد المنابع (العدد الهاتفية) للدفع السريع لبرامج الوحدات **SM** إذا كان هناك حاجة لذلك.

توصيلات وحدة الاتصال :

يتم توصيل الوحدة **AM** للوحدة **CM** بواسطة المسار العمومي لقناة التسلسل الثنائي **Dual Serial Channel (DSCH)** . و هذا المسار العمومي المعدني له تدفقات أرقام ثنائية تسلسلية و التي تقوم باستقبال و تجديد التحكم في الرسائل.

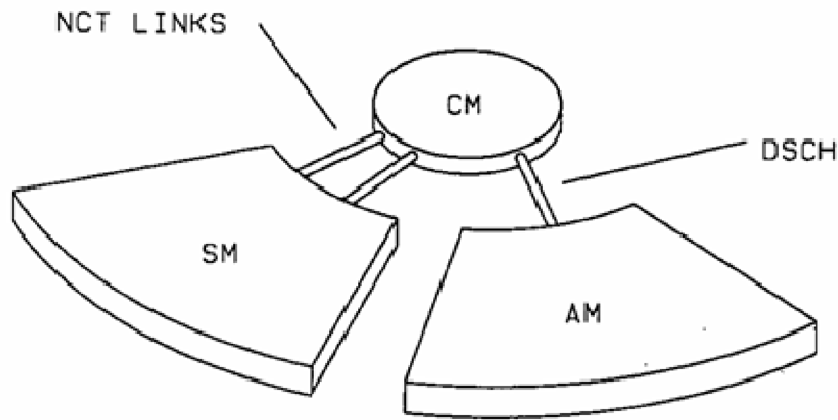
حلقات توصيل و تحكم الشبكة **Nework Control and Timing (NCT)** هي عبارة عن كيابل ألياف بصرية والتي تقوم بتوصيل كل من الوحدة **SM** إلى الوحدة **CM** . وصلات أو حلقات **NCT** تحمل

المعلومات في الشقبيات الزمنية مقسومة بين حلقتين معدنيتين. شقبية زمنية واحدة على كل حلقة تخصص للتحكم في الرسالة.

كل من شقبيات الزمن يتم استخدامها لحمل رسائل التحكم للوحدة داخلياً. أما الشقبيات الزمنية الأخرى لكل حلقة اتصال يتم استخدامها لحمل بيانات النداء (تراسل عينات الكلام أو بيانات العميل) .

ملحوظة : كلمة " **Data** " معناها معلومات نداء مولدة من العميل. و كلمة " **Control** " هي عبارة عن معلومات مولدة من المعالج و تكون داخل الوحدات. ولغرض هذا الجزء فإننا سنعتبر الكلمتين **voice ,** **data** كلمتين مترادفتين.

لم يتضح في الرسم، حلقة الاتصال **CLNK** وهي عبارة عن مسار معدني بين حاكم وحدة **SM** (مشروح في الجزء الأخير) و الوحدة **MSPU** و التي سوف يتم شرحها في هذا الجزء. و هي عبارة عن مسار يقوم بحمل الشقب الزمني للتحكم. و بسبب الطبيعة المتوفرة لدوائر الوحدة **CM** ، فإن كل وحدة **SM** لها مسارات **CLNK** بديلة عبر شبكة التبديل. و هذا سوف يتم فحصه في أجزاء مستقبلية.
راجع الشكل (٧) حيث يوضح هذا المفهوم .



الشكل (١٠- ٧) توصيلات وحدة الاتصال

العناصر الرئيسية للوحدة CM :

جميع إصدارات الوحدة **CM** مقسمة إلى وحدتين وظيفيتين : عنصر تبديل الرسالة **Message Switch (MSGS)** ، و عنصر التبديل المتعادد زمنياً **Time Multiplexed Switch (TMS)** . و الوصف التالي تم تأسيسه على النوع الأكثر شيوعاً من الوحدة **CM** وهي **CM2** .

الوحدتان **MSGS** و **TMS** كلاهما يكونان من وحدتين أصغر . و الأربع وظائف الكبرى للوحدة **CM** تم أداؤها بواسطة هذه الوحدات الأصغر:

- **MSGS** :

١- وحدة تحكم تبديل الرسالة **Message Switch Control Unit (MSCU)**

٢- الوحدة السطحية لتبديل الرسالة **Message Switch Peripheral Unit (MSPU)** :

- **TMS** :

١- وحدة تحكم لوحدة الاتصال **Comm. Module Control Unit (CMCU)**

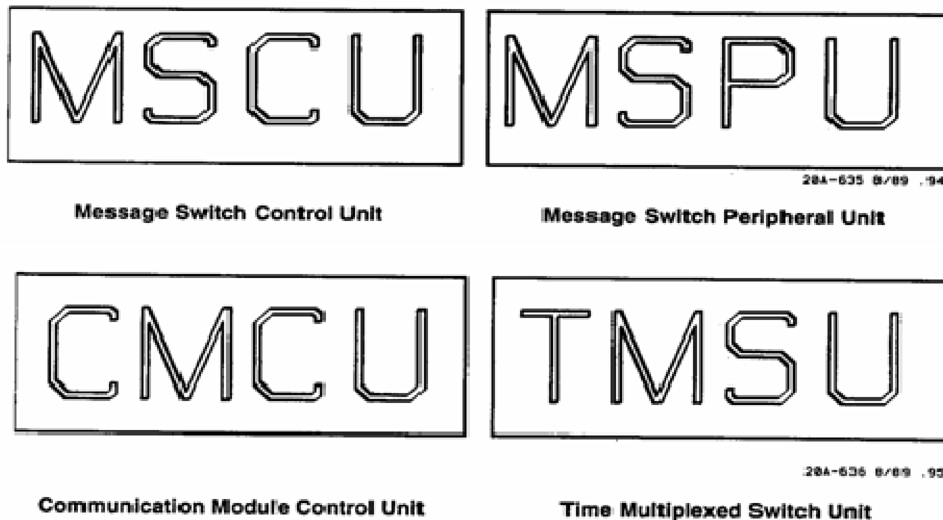
٢- وحدة التبديل المتعادد زمنياً **Time Multiplexed Switch Unit (TMSU)**

تقوم وحدة **MSCU** بتزويد التحكم للوحدة **MSPU** . فهي تقوم بتمرير معلومة التحكم إلى و من وحدة **AM** و الوحدات الأخرى من **CM** ، و تقوم أيضاً بتفسير الشفرة المخصصة لشقبيات الزمن الخاصة بالتحكم الآتية من وحدات **SM** . وتقوم وحدة **MSCU** بتوجيه انسياب المعلومات بين المعالجات في وحدة **AM** ووحدات **SM** .

تقوم الوحدة **MSPU** بمعالجة الشقبيات الزمنية الخاصة بالتحكم لتبديل رسالة التحكم إلى الوحدة **AM** أو **SM** . و يمكن اعتبارها كسلسلة من صناديق البريد و التي تكون فيها الرسائل مودعة قبل أن يتم تحديد مسارها. كل وحدة **SM** لها سعة مخصصة في الوحدة **MSPU** ، و تنتقل رسائل التحكم تحت توجيه الوحدة **MSCU**.

تقوم الوحدة **CMCU** بتزويد النظام بالتوقيت **timing** و أيضاً بتزويد التحكم للوحدة **TMS** . و تقوم أيضاً بتزويد مسار التوصيل بين **TMS** و **AM** و **MSCU** و **MSPU** .

تقوم الوحدة **TMSU** بإنهاء حلقات اتصال **NCT** ، وتبديل كل من البيانات والشقبيات الزمنية الخاصة بالتحكم بين حلقات الاتصال. و تقوم دوائر وحدات **TMS** بأداء التبديل الفعلي للنداءات بين الخطوط الرئيسة.
ليس هناك وحدة مفردة من **CM** تتمتع بالأهمية عن نظيراتها . و بسبب مسارات التوصيل الداخلي ، جميع الأجزاء تكون ضرورية . و بسبب هذا ، فإن جميع أجزاء **CM** افتراضاً تكون مزدوجة .



الشكل (١٠- ٨)يوضح العناصر الأكبر للوحدة **CM**

أنواع وحدة الاتصال:

هناك أربعة أنواع من وحدات **CM** هي :

١- الوحدة **CM1** : و هي أقدم أنواع الوحدة **CM** . و هي تعمل مثل الوحدة **CM2** و التي تم شرحها سابقاً . و تم صناعتها في أربع كبائن. و هي محدودة السعة و تم إبدالها بالوحدة **CM2**.

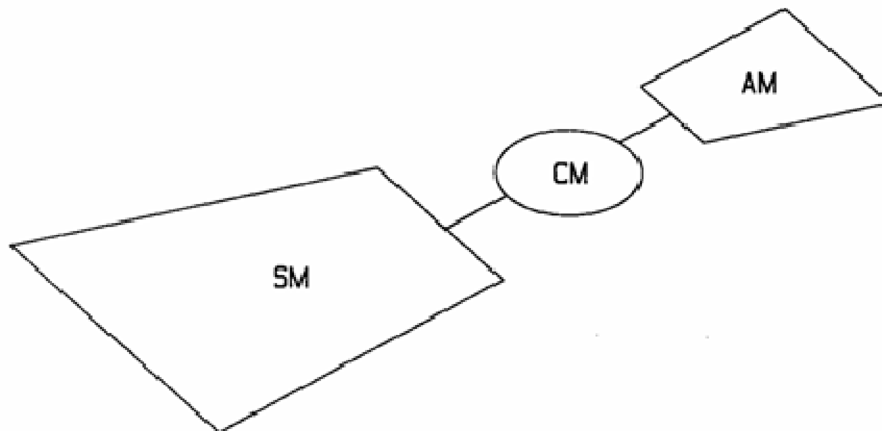
٢- الوحدة **CM2** : و هي الشائعة اليوم ،و يمكنها تدعيم حتى ١٩٢ وحدة **SM** فائقة الجودة، أو خليط منها و الوحدات **SM2000** . و قد تم صناعتها في كبينتين ، و لكن يمكنها النمو حتى ١٢ كبينة عندما يتم الاحتياج إلى ذلك.

٣- الوحدة **CM2** مع عنصر تبديل رزمة لحلقة رباعية **Quad Link Packet Switch** –و هو تعديل للوحدة **CM2** حيث أضيفت سعة رسالة التحكم. و هي متاحة للمقاسم ذات السعات العالية **SM2000**. و هي تقريباً متماثلة مع الوحدة **CM2** ،و مع وحدات إضافية .

وظائف الوحدة الإدارية (التنفيذية):

مقدمة :

تعتبر الوحدة **AM** هي الوحدة المهيمنة على عمليات التحكم داخل المقسم **5ESS** . تقوم وحدة **AM** بالتحكم في وحدة **CM** و الاتصال بجميع وحدات **SM** (من خلال وحدة **CM**) . و تقوم وحدة **AM** بمراقبة نفسها و وحدة **CM** لوظائف عديدة. فإذا كان هناك أي من المشاكل، فإنها تقوم بعمل تقرير إلى الصيانة . الشكل (٩) يوضح موضع وحدة **AM** .



الشكل (١٠- ٩) موضع الوحدة **AM** من الوحدات الأخرى

وظائف الوحدة الإدارية AM :

تقوم وحدة **AM** بأداء وظائف المعالجة و موضع المنبع و التي يتم فعلها بكفاءة أكثر على الأساس المتمركز مثل :

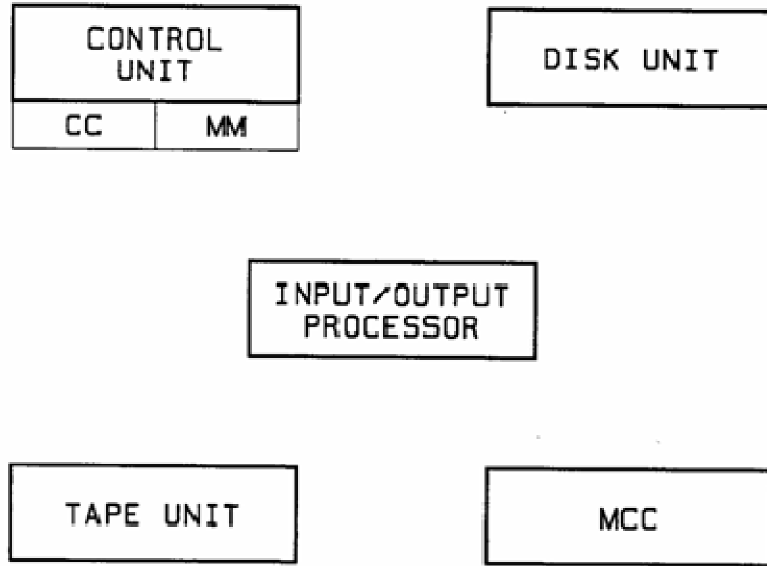
- تحديد مسار النداءات داخل المقسم و خارجه
- معالجة بيانات الإدارة أو الفواتير
- تقارير قياس الحركة الهاتفية أو تقارير أداء النظام
- ترتيب الذاكرة
- صيانة النظام
- حفظ تسجيلات الملفات من التغيير عند الخروج من البرامج
- المواجهة الشخصية أو مراقبة النظام
- تحديد موضع الخطوط الرئيسة لمعالجة النداء

عناصر الوحدة الإدارية :

هناك خمس وحدات توضع خلال الوحدة **AM** و هي :

١- وحدة التحكم **Control Unit (CU)**
٢- معالج الدخل/الخرج **Input/Output Processor (IOP)**
٣- وحدة القرص **Disk unit**
٤- مركز التحكم السيادي (الرئيس) **Master Control Center (MCC)**

تنسب الوحدات **IOP** و **disk unit** و **tape unit** و **MCC** إلى العناصر المحيطة بالوحدة **AM** .



الشكل (١٠- ١٠) العناصر الرئيسبة المكونه للوحدة **AM**

وحدة التحكم Control Unit

تتكون وحدة التحكم من التحكم المركزي **(CC) Central Control** و وحدة الذاكرة **Memory Module (MM)** .

- وحدة التحكم المركزي **Central Control (CC)** لها ست وظائف كبرى:

١- تنفيذ البرامج –نظراً لتكون وحدة التحكم المركزي من دوائر منطقية فإنها يكون بذلك مؤهلة لتنفيذ البرامج خطوة فخطوة للتحكم في تشغيل معالج **AM** .

٢- تنفيذ متطلبات البرنامج – تستجيب للمتطلبات من وحدة **SM** و من فرد الصيانة .

٣- معالجة البيانات الإدارية – تقوم بتجميع معلومات التقرير و طباعة التقارير دورياً .

٤- مراقبة تشغيل النظام –بالمحافظة على حالة الأجهزة الأساسية و على قائمة الأجهزة خارج الخدمة **(Out-Of-Service) OOS**

٥- تحديث بالتشغيل الثنائي (الاحتياطي) لوحدة التحكم- تقوم بالاتصال بازدواج الوحدة الاحتياطية للتحكم للحفاظ على ذاكرته محدثة.

٦- ترتيب عبور البيانات – تقوم بالتحكم بعبور الذاكرة بين ذاكرته ، و القرص ، و المعالجات الدقيقة التي تخدم الوحدات المحيطة بالوحدة **IOP** .

- وحدة الذاكرة **Memory Module (MM)** : تقوم بتخزين محتويات البرنامج و البيانات التي يحتاجها المعالج لمعالجة النداءات، و تجميع المعلومات الإدارية ، و أداء صيانة النظام .

وظائف العناصر المحيطة للوحدة الإدارية :

معالج الدخل/الخرج **Input/Output Processor** :

تقوم الوحدة **IOP** بالتحكم في انتقال البيانات بين وحدة **AM** و الأجهزة الخارجية . و مثل هذه الأجهزة الخارجية يمكنها احتواء مبينات فيديو ، وطابعات،و وحدات شرائط، و مراكز صيانة و تشغيل عن بعد **Operation and Maintenance Centers (OMC)** . وحلقات الاتصال مع الوحدة **OMC** تسمح بالمراقبة الذاتية لتشغيلات المقسم **5ESS** عند مواضع بعيدة متمركزة .

وظائف وحدة القرص **SCSI Disk Unit**

١- تقوم بتخزين نسخ البرامج المستخدمة في المقسم **5ESS** –فإذا فقدت البيانات الموجودة في الوحدة **MM** ، فإنه يعاد تخزينها من نسخة القرص .

٢- تقوم بتخزين بياناتالشكل و هيئة الدوائر –المعلومات الموجودة على القرص تعرفالشكل و هيئة الدوائر، و نهايات الخطوط المحلية و الخطوط الرئيسة .

٣- تقوم بتخزين بيانات الفواتير –حيث يخصص مساحة على القرص تعتبر مؤقتة لتخزين هذه البيانات. والبيانات تظل مخزنة حتى تطلب .

وحدة الشريط **Tape Unit**

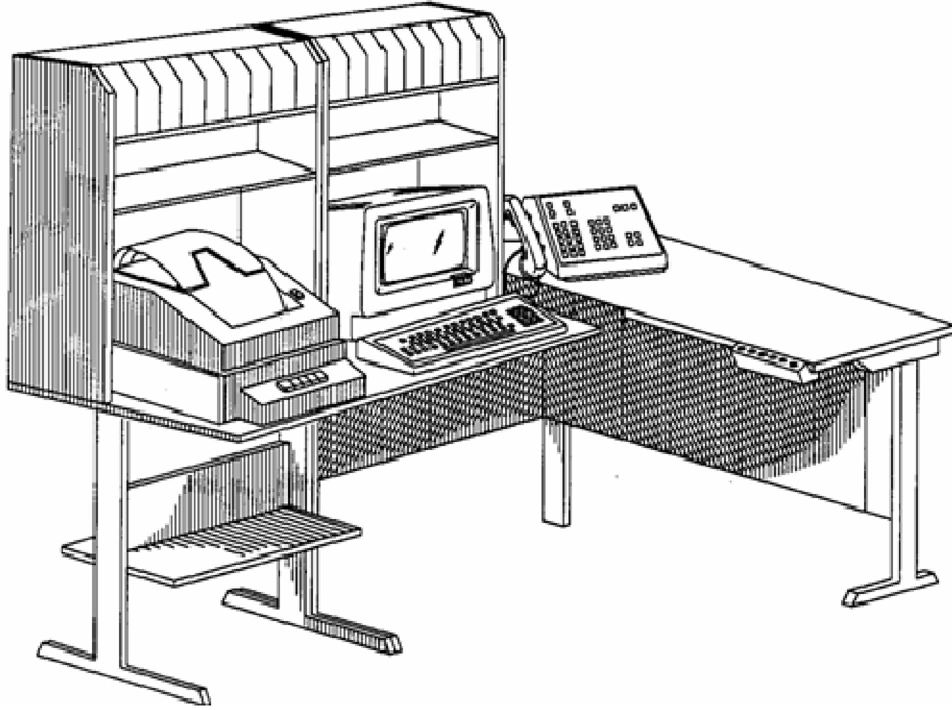
وحدة الشريط هي النسخة الاحتياطية **backup** للمعلومات المخزنة على القرص. و ربما تكون وحدة الشريط هذه سواء لحاسب تقليدي ذو وحدة شريط تُساعية (٩) المسلك **conventional computer nine track tape drive** أو شريط سمعي رقمي **Digital Audio Tape (DAT)** . و يمكن للبيانات العبور من الشريط إلى وحدات القرص أو من القرص إلى الشريط.

مركز التحكم الرئيس **Master Control Center**

تقوم وحدة **AM** بالحفاظ على التسجيلات حتى آخر لحظة لتشغيلات النظام وتقوم بالتعرف على حالة جميع وحدات الدوائر خلال المقسم . هذه المعلومات تكون متاحة لأعمال الصيانة التي يقوم بها الفنيون أو أعمال الصيانة من خلال المواجهة عن طريق مركز التحكم الرئيس **MCC** . و مركز التحكم الرئيس هذا يعتبر محطة التشغيل المحلية الرئيسة للقيام بأعمال الصيانة. و يستخدم فيها طرفية عبارة عن وحدة بيان فيديو ملونة تعتبر كنافذة على النظام. بإدخال أمر تحريك تم اختياره من القائمة على الشاشة الطرفية، أو بأمر لغة الماكينة تم اختياره من الأوامر و التقارير فإن الصيانة يمكنها فحص الجهاز، ، و رفع الجهاز من الخدمة ،و تخزين الجهاز للخدمة، و اختبار الخطوط المحلية و الخطوط الرئيسة ، و تغيير أو تعديل خواص قاعدة البيانات /الخدمة للعميل. وتقوم طابعة الاستقبال فقط **Recive-Only Printer (ROP)** بالتزويد بنسخة مطبوعة من التقارير من الوحدة **MCC** .

الوظائف الأولية لوحدة **MCC** هي كما يلي:

١- تقوم بإعطاء بيان مرئي عن حالة النظام و معلومات الإنذار
٢- القيام بالتحكم و الاختبار و إعادة هيئة النظام
٣- القيام بالتغطية اليدوية للنظام
٤- النفاذ إلى بيانات المقسم



الشكل (١٠- ١١) مركز التحكم الرئيس

معالجة النداء :

مقدمة :

هذا الجزء يوضح الوصف الأساسي للنداء من خط محلي إلى خط محلي آخر و نداء من خط رئيس إلى خط رئيس آخر.

معالجة النداء:

الوظيفة الأكثر أهمية للمقسم **5ESS** هي معالجة نداءات المشتركين. و نداءات المشتركين يمكن تصنيفها إلى:

١- نداء من خط محلى إلى خط محلي **line-to-line** ،أو
٢- نداء من خط محلي إلى خط رئيس **line-to-trunk** ، أو
٣- نداء من خط رئيس إلى خط محلي **trunk-to-line** ،أو
٤- نداء من خط رئيس إلى خط رئيس **trunk-to-trunk** .

فالنداء من خط محلي إلى خط محلي هو النداء الذي يبدأ على الخط المحلي و يخدم بواسطة المقسم **5ESS** و ينتهي إلى خط محلى آخر مخدوم بنفس المقسم . وحدات **SM** المستخدمة في النداء سوف تؤدي غالباً ٩٥٪ من وظائف معالجة النداء.

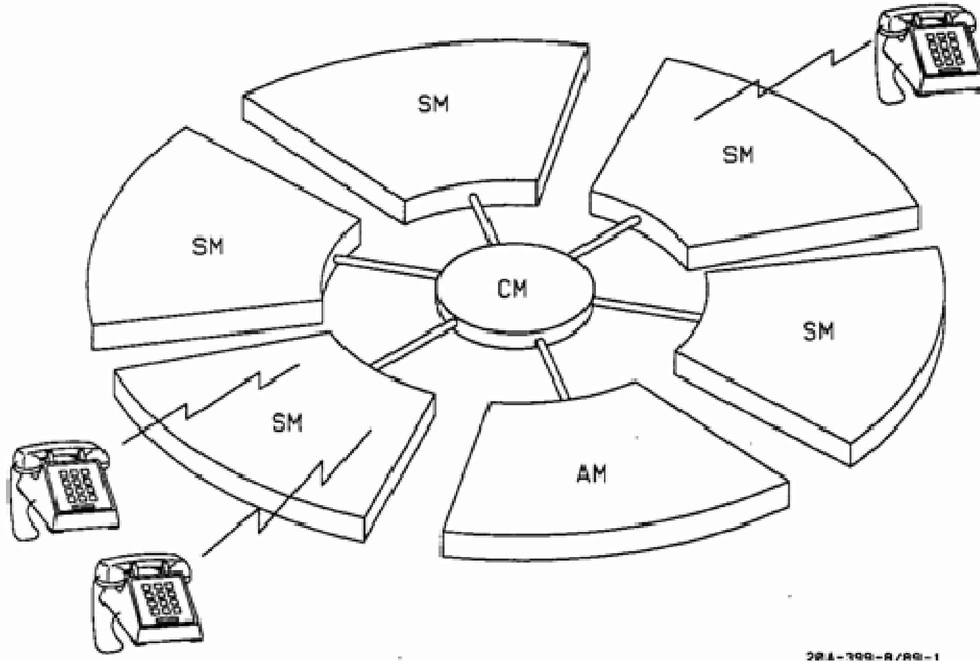
خلال النداء من خط محلي إلى خط محلي ، وحدة **SM** لبداية التوصيل **originating SM** تكتشف عندما يقوم المشترك المطلوب برفع سماعته . تقوم وحدة **SM** بتزويد نغمة القرص و من ثم بإزالة نغمة القرص عند بدء ضرب الرقم الأول . و من ثم تقوم بتجميع و تحليل أرقام المشترك المطلوب. تقوم وحدة **SM** بإرسال طلب إلى وحدة **AM** لتحديد مسار النداء. تقوم وحدة **SM** لإنهاء التوصيل **terminating SM** بتحديد خط المشترك لنداء الخط المحلي إلى خط محلي و تقوم بالتزويد بتيار الضرب (الجرس) **ringing** .

عندما تقوم وحدة **AM** باختيار المسار المتاح، فإنها تقوم باستنفار الوحدة **CM** لإنشاء حلقة اتصال بين وحدات **SM**.

تقوم وحدة **CM** بتزويد مسارات النداء بين وحدات **SM** و تنفيذ جميع اتصالات النظام الداخلية .

وظائف الوحدات **CM** و**AM** و**SM** في النداء من خط رئيس إلى خط رئيس هي نفسها طريقة النداء من خط محلي إلى خط محلي و الموصوفة سابقاً فيما عدا أن عملية بدء التوصيل **originating SM** تكشف مسك الخط الرئيس بدلاً من التقاط المشترك سماعته . أيضاً ، تحدد وحدات **SM** الخط الرئيس المتاح بدلاً من الخط المحلي.

إذا كان النداء يشمل كلاً من الخط المحلي و الخط الرئيس (خط محلي إلى خط رئيس و خط رئيس إلى خط محلي)، فإن السيناريو السابق ربما يختلف بدرجة بسيطة . أيضاً ، ربما يختلف السيناريو بالاعتماد على التطبيق المعلوم بواسطة مقسمك .



الشكل (١٠- ١٢) معالجة نداء خط محلي إلى خط محلي

تطبيقات لنظام المقسم 5ESS :

تم تصميم المقسم **5ESS** بطريقة اعتبارية مرنة بالنسبة إلى كل من البرمجيات و الدوائر الخاصة بالنظام، سامحاً للخدمة الرقمية ، و القدرات التي تدعم العديد من التطبيقات. و التطبيقات الجارية المدعومة للنظام هي كما يلي :

١- المقسم المحلي **Local exchange**

٢- المقسم الانتقالي **Toll exchange**

٣- المقسم الدولي **Gateway exchange**

٤- نظام موضع الخدمة للشركة **Operator Service Position System (OSPS)** .

٥- الشبكة الرقمية متكاملة الخدمة **Integrated Services Digital Network (ISDN)** .

٦- نقطة انتقال التأشير **Signaling Transfer Point (STP)**

٧- نقطة تبديل الخدمات **Services Switching Point (SSP)** أو نقطة تحكم الفعل **Action Control Point** .

٨- مركز تبديل الجوال **Mobile Switching Center (MSC)** أو اللاسلكي **Wireless** .

تدريبات على الوحدة

١- إذا كان هناك مقسم **5ESS** يقوم بخدمة منطقة سريعة النمو . ما نوع الوحدة التي يجب إضافتها لمقابلة زيادة أعداد المشتركين ؟

أ- **CMs**   ب- **AMs**   ج- **SMs**   د- **AMs** و**SMs**   هـ- **CMs** و **SMs**

٢- تقوم وحدة التبديل **SM** بوظائف معالجة النداء الهاتفي بنسبة :

أ- ١٠٪ - ٢٠٪   ب- ٩٠٪ - ٩٥٪   ج- ١٠٠٪

٣- أي الجمل التالية تعطي أحسن وصف لوظيفة **MSCU** ؟

أ- تقوم بمراقبة وحدة **CM** لبيان الاضطرابات

ب- تقوم بالتوصيل مع الصيانة الشخصية

ج- تقوم بتوجيه انسياب المعلومات بين وحدات المعالجة

د- تقوم بتحديد الشقبيات الزمنية

٤- اختر وحدة **AM** التي تقوم بتخزين مكونات البرنامج :

أ- **MM**   ب- **CC**   ج- **IOP**

٥- أي الوظائف التالية لمعالجة النداء لا تؤدى بواسطة **SM** ؟

أ- تحليل الأرقام المضروبة

ب- توليد النغمات و ضرب الجرس

ج- تحديد مسارات النداء الهاتفي

د- طلب مسارات النداء من وحدة **AM**

هـ- الكشف عن حالة رفع السماعة

الإجابة : الجمل التي تحتها خط

تقويم مستوى الأداء للمتدرب

بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب ، يقوم المتدرب بتعبئة هذا النموذج :

تعليمات

بعد الانتهاء من التدرب على ....

قَوِّم نفسك و قدراتك بواسطة إكمال هذا التقويم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة ، و ذلك بوضع علامة (√) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته ، و في حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرب عليه :

العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١-				
٢-				
٣-				
٤- مثال إجراء معالجة النداء الهاتفي				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات(البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، و في حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

References المـــــراجع

1- Roger L. F reeman , " Telecommunications Transmission Handbook"John Wily & Sons, 3rd edition,New York , 1991
2- R.Deese," A history of Switching "Telecommunications Mag. Feb 1984
3- J.C. Bellamy,"Digital Telephony"John Wily & Sons,2nd edition,New York , 1991.
4- " Subscriber Loop Signaling and Transmission Handbook" IEEE Press New York 1995.
5- Roger L. F reeman," Telecommunication Systems Engineering"John Wily & Sons ,3rd edition,New York , 1996.
6- stephenJ.Bigelow,Joseph J.Carr,and Steve Winder, "UnderstandingTelephone Electronics,Butterworth-Heinemann,200

المحتويات